V.T. MĂRCULEȚIU
FL. POPESCU
I. STRUGARU

PROBLEME DE CHIMIE PENTRU CONCURSUL DE ADMITERE în învățământul superior

EDIȚIA A TREIA

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI — 1971

Scanned with OKEN Scanner

MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

V. T. MĂRCULEȚIU
FL. POPESCU
I. STRUGARU

PROBLEME DE CHIMIE PENTRU CONCURSUL DE ADMITERE în învățământul superior

EDIȚIA A TREIA

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, București – 1971

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

Lucrarea se adresează absolvenților liceelor, candidați la concursul de admitere la facultățile de chimie industrială, chimie, cursurile de zi și serale, precum și candidaților de la alte facultăți la care se prevede în concurs o probă de chimie.

Lucrarea poate fi utilizată și de studenții anilor I ai facultăților cu profil nechimic, care audiază un curs de chimie generală. Ea poate fi consultată cu folos de tehnicienii din uzine și din laboratoare pentru ridicarea nivelului lor profesional.

Această ediție (a treia) a fost revizuită și îmbogățită cu un număr mare de probleme.

Cea mai mare parte a exercițiilor și problemelor sînt originale, iar o parte din ele au fost date la diverse examene de chimie.

La tratarea tuturor problemelor din prezenta lucrare s-a folosit experiența didactică și pedagogică a autorilor acumulată în decursul anilor.

Redactarea generală a lucrării a fost făcută de V. T. Mărculețiu și Fl. Popescu.

Părțile I (cu excepția capitolelor VIII, IX, XIII și XIV) și II au fost elaborate în întregime de V. T. Mărculețiu și Fl. Popescu.

Capitolele VIII și IX din partea I au fost elaborate de V. T. Mărculețiu, Fl. Popescu și I. Strugaru, iar capitolele XIII și XIV din partea I de V. T. Mărculețiu și I. Strugaru.

Deși lucrarea a fost verificată minuțios, autorii vor fi recunoscători pentru toate observațiile referitoare la redactarea problemelor, alegerea tipurilor de probleme și asupra unor eventuale greșeli.

AUTORII

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA INTII

ELEMENTE DE CALCUL FOLOSITE ÎN CHIMIE

Scanned with OKEN Scanner

I. MĂRIMILE FUNDAMENTALE ALE TEORIEI ATOMO-MOLECULARE

I. 1. MASĂ ATOMICĂ. ATOM-GRAM. KILOATOM-GRAM

Masa atomică este mărimea adimensională (relativă) care arată de cîte ori masa unui atom este mai mare decît unitatea de masă atomică.

În urma deciziei luate de Uniunea internațională de chimie pură și aplicată (1961) s-a luat ca unitate de masă atomică $^1/_{12}$ din masa atomului izotopului ^{12}C.

Exemple: masa atomică a hidrogenului este 1,00797; a oxigenului este 15,9994; a azotului este 14,0067.

În calcule mai puțin precise, masa atomică se rotunjește.

Atomul-gram este mărimea dimensională care reprezintă cantitatea, în grame, dintr-un element, egală numeric cu masa atomică a elementului.

Exemple: 1 atom-gram de hidrogen = 1,00797 g; de oxigen = = 15,9994 g; de azot = 14,0067 g.

Kiloatom-gram este mărimea dimensională care reprezintă cantitatea în kg dintr-un element, numeric egală cu masa lui atomică. 1 kiloatom-gram = 1×10^3 atomi-gram.

Exemple: 1 kiloatom-gram Mg = 24 kg; 1 kiloatom-gram K = = 39 kg.

Probleme rezolvate

1. Cîte grame reprezintă: *a)* 2 atomi-gram carbon; *b)* 0,5 atomi-gram calciu; *c)* 0,01 atomi-gram fier.

Rezolvare:

a) masa atomică a carbonului este 12 și atomul-gram de carbon = 12 g; înseamnă că 2 atomi-gram de carbon vor fi: $2 \times 12 = 24$ g;

Scanned with OKEN Scanner

b) masa atomică a calciului este 40; atomul-gram de calciu este 40 g, deci 0,5 atomi-gram Ca = 0,5 × 40 = 20 g;

c) masa atomică a fierului este 56; atomul-gram de fier este 56 g; deci 0,01 atom-gram fier = 0,01 × 56 = 0,56 g.

2. Cîţi atomi-gram reprezintă: *a)* 28 g azot; *b)* 22,6 g radiu; *c)* 1,97 g aur.

Rezolvare:

a) masa atomică a azotului este 14; înseamnă că 28 g azot reprezintă 28 : 14 = = 2 atomi-gram;

b) masa atomică a radiului este 226; atomul-gram de radiu este 226 g; 22,6 : 226 = = 0,1 atom-gram radiu;

c) masa atomică a aurului este 197; atomul-gram de aur este 197 g; 1,97 : 197 = = 0,01 atom-gram aur.

3. Cîţi kiloatomi-gram reprezintă: *a)* 800 g calciu; *b)* 5 atomi-gram argint; *c)* 5 kg hidrogen.

Rezolvare:

a) masa atomică a calciului este 40; 1 kiloatom-gram calciu = 40 kg; 0,8 : 40 = = 0,02 kiloatom-gram;

b) masa atomică a argintului este 108; 1 atom-gram argint = 108 g; 5 atomi-gram argint = 5 × 108 = 540 g;

c) masa atomică a hidrogenului este 1; 1 kiloatom-gram hidrogen = 1 kg, 5 kg hidrogen = 5·1 = 5 kiloatomi-gram hidrogen.

I. 2. MASĂ MOLECULARĂ. MOLECULĂ-GRAM. KILOMOL.

Masa moleculară este o mărime relativă care arată de cîte ori masa unei molecule este mai mare decît a 12-a parte din masa atomului de de carbon.

În baza legii conservării, masa moleculară reprezintă suma maselor ale elementelor componente.

În calcule se folosesc mase moleculare rotunjite.

Exemple: masa moleculară a hidrogenului este 2,01594; a oxigenului 31,9988; a azotului 28,0134; a acidului sulfuric este 98,18154; a hidroxidului de sodiu este 39,99717.

Molecula-gram (mol) este mărimea dimensională care reprezintă cantitatea în grame dintr-o substanţă (element poliatomic sau combinaţie) numeric egală cu masa ei moleculară.

Exemple: 1 mol H_2 = 2 g; 1 mol O_2 = 32 g; 1 mol N_2 = 28 g. 1 mol H_2SO_4 = 98 g; 1 mol NaOH = 40 g; 1 mol CaO = 56 g. 1 mol NH_4Cl = 53,5 g.

Scanned with OKEN Scanner

Kilomolul este mărimea dimensională ce reprezintă cantitatea în kg într-o substanță, numeric egală cu masa ei moleculară.

Se notează kmol (1 kmol = 1 × 10^3 mol).

Exemple: 1 kmol I_2 = 254 kg; 1 kmol HCl = 36,5 kg; 1 kmol H_2O = 18 kg.

Probleme rezolvate

1. Cîte grame reprezintă: *a)* 0,1 moli Al_2O_3; *b)* 5 moli H_2S; *c)* 0,05 moli C_2H_2?

Rezolvare:

a) masa moleculară a Al_2O_3 = 102 și 1 mol Al_2O_3 = 102 g, deci 0,1 moli Al_2O_3 reprezintă 102 × 0,1 = 10,2 g Al_2O_3;

b) masa moleculară a H_2S = 34 și 1 mol H_2S = 34 g, deci 5 moli H_2S reprezintă 34 × 5 = 170 g H_2S;

c) masa moleculară C_2H_2 = 26 și 1 mol C_2H_2 = 26 g, deci 0,05 moli C_2H_2 reprezintă 26 × 0,05 = 1,30 g C_2H_2.

2. Cîți moli reprezintă: *a)* 20 g H_2; *b)* 16 g Br_2; *c)* 2,8 g CaO?

Rezolvare:

a) masa moleculară a H_2 = 2 și 1 mol H_2 = 2 g, deci 20 g H_2 reprezintă 20 : 2 = = 10 moli H_2;

b) masa moleculară a Br_2 = 160 și 1 mol Br_2 = 160 g, deci 16 g Br_2 reprezintă 16 : 160 = 0,1 moli Br_2;

c) masa moleculară a CaO = 56 și 1 mol CaO = 56 g, deci 2,8 g CaO reprezintă 2,8 : 56 = 0,05 moli CaO.

3. Cîți kilomoli reprezintă: *a)* 8,8 kg CO_2; *b)* 0,49 kg H_2SO_4; *c)* 8 kg NaOH?

Rezolvare:

a) masa moleculară a CO_2 = 44 și 1 kmol CO_2 = 44 kg, deci 8,8 kg CO_2 reprezintă: 8,8 : 44 = 0,2 kmoli CO_2;

b) masa moleculară H_2SO_4 = 98 și 1 kmol H_2SO_4 = 98 kg, deci 0,49 kg H_2SO_4 reprezintă 0,49 : 98 = 0,005 kmoli H_2SO_4;

c) masa moleculară a NaOH = 40 și 1 kmol NaOH = 40 kg, deci 8 kg NaOH reprezintă 8 : 40 = 0,2 kmol NaOH.

Exerciții propuse

1. A. Cîte grame reprezintă:
a) 5 atomi-gram O;
b) 5 moli Al_4C_3;
c) 0,005 kmoli $(NH_4)_2CO_3$.

B. Cîți atomi-gram reprezintă:
a) 8 g Ca;
b) 5 moli N_2;
c) 0,02 kmoli Cl_2.

Scanned with OKEN Scanner

C. Cîţi moli reprezintă:
a) 8,4 g $MgCO_3$;
b) 5 atomi-gram Br;
c) 0,01 kmol NH_4NO_3.

D. Cîţi kmoli reprezintă:
a) 160 g Ca;
b) 80 atomi-gram O;
c) 60 moli H_2.

R. A. *a)* 80 g; *b)* 720 g; 480 g.
B. *a)* 0,2 atomi-gram; *b)* 10 atomi-gram; *c)* 40 atomi-gram.
C. *a)* 0,1 moli *b)* 2,5 moli; *c)* 10 moli.
D. *a)* 0,004 kmoli; *b)* 0,04 kmoli; *c)* 0,06 kmoli.

2. A. Cîte g reprezintă:
a) 8 atomi-gram Br;
b) 4 moli CaC_2;
c) 1/20 kmoli $Al_2(SO_4)_3$.

B. Cîţi atomi-gram reprezintă:
a) 2,4 g C;
b) 4 moli I_2;
c) 1/50 kmoli N_2.

C. Cîţi moli reprezintă:
a) 0,84 g $NaHCO_3$;
b) 5 atomi-gram Br;
c) 1/25 kmoli NH_4HCO_3.

D. Cîţi kmoli reprezintă:
a) 190 g F_2;
b) 60 atomi-gram H;
c) 4 moli NH_4HSO_4.

R. A. *a)* 640 g; *b)* 256 g; *c)* 17 400 g.
B. *a)* 0,2 atomi-gram; *b)* 8 atomi-gram; *c)* 40 atomi-gram.
C. *a)* 0,01 moli; *b)* 2,5 moli; *c)* 40 moli.
D. *a)* 0,005 kmoli; *b)* 0,03 kmoli; *c)* 0,004 kmoli.

3. A. Cîte grame reprezintă:
a) 4 atomi-gram I_2;
b) 5 kiloatomi-gram C,
c) 0,5 moli Al_4C_3.

B. Cîţi atomi-gram reprezintă:
a) 3,2 g O;
b) 0,4 kiloatomi-gram N;
c) 3 moli Br_2.

C. Cîţi kiloatomi-gram reprezintă:
a) 1200 g Ca;
b) 30 atomi-gram Mg;
c) 25 moli H_2;
d) 6 kmoli N_2.

D. Cîţi moli reprezintă:
a) 27,2 g $CaSO_4$;
b) 12 atomi-gram F;
c) 0,1 kiloatomi-gram He;
d) 0,02 kmoli HNO_3.

R. A. *a)* 508 g; *b)* 60 000 g; *c)* 72 g.
B. *a)* 0,2 atomi-gram; *b)* 400 atomi-gram; *c)* 6 atomi-gram.
C. *a)* 0,1 kiloatomi-gram; *b)* 0,03 kiloatomi-gram; *c)* 0,05 kiloatomi-gram; *d)* 12 kiloatomi-gram.
D. *a)* 0,2 moli; *b)* 6 moli; *c)* 100 moli; *d)* 20 moli.

4. A. Cîţi kiloatomi-gram reprezintă:
a) 2 400 g Mg;
b) 60 atomi-gram Ca;
c) 4 kmoli H_2.

B. Cîte kilograme reprezintă:
a) 10 kmoli $Ca(OH_2)$;
b) 146 atomi-gram H;
c) 25 moli N_2.

Scanned with OKEN Scanner

C. Cîți kmoli reprezintă:
a) 1 480 kg $Cu(NH_3)_2.6H_2O$;
b) 750 kg $CuSO_4 \cdot 5H_2O$;
c) 1 332 kg $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$.

D. Cîte grame reprezintă:
a) 0,005 kmoli H_3PO_4;
b) 0,2 moli $CaSO_4$;
c) 7 atomi-gram Ca.

R. A. *a)* 1 kiloatom-gram; *b)* 0,06 kiloatomi-gram; *c)* 8 kiloatomi-gram.
B. *a)* 740 kg; *b)* 0,146 kg; *c)* 0,7 kg.
C. *a)* 5 kmoli; *b)* 3 kmoli; *c)* 2 kmoli.
D. *a)* 490 g; *b)* 27,2 g; *c)* 280 g.

II. LEGILE FUNDAMENTALE ALE CHIMIEI

II.1. LEGEA CONSERVĂRII MASEI ȘI LEGILE PROPORȚIILOR

II.1.a. LEGEA CONSERVĂRII MASEI

Suma maselor substanțelor care intră într-un proces chimic este egală cu suma maselor substanțelor care ies din acel proces.
sau:
În orice proces chimic, masa totală a substanțelor care se combină rămîne constantă (Lomonosov, 1748— Lavoisier, 1772).

Exemple:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

$$100\ g = 56\ g + 44\ g$$

$$H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 = H_2O$$

$$2\ g + 16\ g = 18\ g$$

Legea conservării masei dovedește caracterul indestructibil al materiei, caracterul ei de veșnică transformare.

Această lege *se verifică numai în unități de masă.* Verificare în volume nu este posibilă, deoarece cele mai multe reacții între gaze au loc cu modificare de volum.

Scanned with OKEN Scanner

II.1.b. LEGEA PROPORȚIILOR DEFINITE SAU LEGEA CONSTANTEI COMPOZIȚIEI

Indiferent de modul prin care se obține o substanță compusă, substanțele simple ce o alcătuiesc se unesc întotdeauna în aceleași proporții de masă (L. J. Proust, 1805) sau: *elementele chimice se unesc numai în proporții constante.*

Legea se verifică de asemenea în unități de masă și stabilește că schimbarea compoziției substanțelor prin transformări chimice se face prin salturi și nu în mod continuu.

Exemplu: În HCl obținut fie prin sinteză directă:

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl,$$

fie prin reacția:

$$2NaCl + H_2SO_4 = 2HCl + Na_2SO_4,$$

raportul H : Cl va fi întotdeauna 1 :35,5.
În cazul apei, raportul H :O va fi întodeauna 1 : 8.

Notă. Se cunosc unele abateri de la această lege. Asfel, FeS naturală conține ceva mai mult sulf decît arată formula sa. Se spune că această combinație este nestoechiometrică.

II.1.c. LEGEA PROPORȚIILOR MULTIPLE

Cînd două elemente se combină între ele, pentru a forma mai multe combinații, atunci diferitele cantități al unuia din elemente care se combină cu aceeași cantitate din cel de-al doilea element se găsesc între ele în raporturi simple de numere întregi (J. Dalton, 1804).

Exemplu clasic îl prezintă cei cinci oxizi ai azotului:

N_2O	28 : 16	sau 14 : 8	sau 1 : 1
NO	14 : 16	sau 14 : 16	sau 1 : 2
N_2O_3	28 : 48	sau 14 : 24	sau 1 : 3
NO_2	14 : 32	sau 14 : 32	sau 1 : 4
N_2O_5	28 : 80	sau 14 : 40	sau 1 : 5

Un alt exemplu îl constituie sulfurile fierului, în care la aceeași cantitate de fier corespund cantități de sulf în raportul 2 : 3 : 4.

Scanned with OKEN Scanner

II.1.d. LEGEA PROPORȚIILOR ECHIVALENTE

Raportul maselor a două elemente care se pot înlocui reciproc în combinațiile lor are, în general, aceeași valoare. Masele corespunzătoare celor două elemente sînt echivalente. Rapoartele de echivalență se comportă ca numere întregi.

La baza acestei legi stă ideea determinării cantității necesare dintr-un element care poate înlocui pe a altuia într-o combinație oarecare.

De exemplu, comparînd NaCl cu CuCl, se vede că 23 g Na sînt echivalente cu 63,5 g Cu iar raportul lor va fi 23 : 63,5. Comparînd apoi NaCl cu $CuCl_2$, se vede că 23 g Na sînt echivalente cu 31,8 g Cu iar raportul lor va fi 23:31,8. Raportul echivalenților va fi 23/63,5:23/31,8 = = 1 : 2. Deci cele două rapoarte se comportă ca numere întregi.

În reacțiile de înlocuire, un echivalent dintr-o substanță scoate din combinație exact un echivalent al altei substanțe.

De exemplu, în reacția $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$, 28 g Fe vor înlocui 31,8 g Cu și deci valorile 28 g și 31,8 g reprezintă, respectiv, echivalentul fierului și echivalentul cuprului.

II.1.e. CONSECINȚELE LEGILOR PROPORȚIILOR

Echivalentul gram sau valul constituie cea mai importantă consecință a legilor proporțiilor.

Această mărime dimensională, se definește ca fiind cantitatea în grame dintr-o substanță (element sau combinație) care se poate uni sau poate înlocui 1 g H sau 8 g O.

Se notează cu *E*. O mărime derivată a echivalentului-gram este milivalul. 1 mval = 10^{-3} val.

În legătură cu cele arătate mai sus trebuie să se rețină următoarele:

a) masele a două elemente care se combină între ele sînt proporționale cu echivalenții lor chimici, iar rapoartele de echivalență se comportă ca numere întregi și mici; de exemplu, dacă se unesc *a* g din A cu *b* g din B, atunci:

$$\frac{a}{b} = \frac{E_A}{E_B}.$$

b) La elementele chimice între echivalent, masă atomică și valență există relația:

$$\text{echivalent} = \frac{\text{masa atomică}}{\text{valență în reacția respectivă}}.$$

c) În reacțiile de neutralizare, reacții cu schimb de protoni, un echivalent-gram este cantitatea de substanță care reacționează cu un echivalent-gram de protoni (ion-gram de hidrogen) în reacția respectivă, iar în *reacțiile de oxidare și reducere*, prin echivalent-gram se înțelege cantitatea de substanță care reacționează cu un electron-gram în reacția respectivă.

Echivalentul-gram se calculează:

— la e l e m e n t e, exemplu la fosfor,

în reacția:

$$P_4 + 6Cl_2 = 4PCl_3$$

$$\text{echivalentul-gram} = \frac{P}{3} = \frac{31}{3} = 10{,}3267 \text{ g.}$$

În reacția:

$$P_4 + 10\,Cl_2 = 4\,PCl_5$$

$$\text{echivalentul-gram} = \frac{P}{5} = \frac{31}{5} = 6{,}196 \text{ g;}$$

— l a a c i z i m o n o b a z i c i, exemplu: HNO_3

În reacții de neutralizare echivalentul-gram este egal chiar cu masa moleculară.

În reacții de oxidare, cînd reacția merge pînă la NO;

$$3Cu + 8\,HNO_3 = 3\,Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 2NO$$

$$\text{Echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{3} = \frac{63}{3} = 21{,}0053 \text{ g,}$$

iar cînd reacția merge pînă la N_2O_3:

$$As_2O_3 + 2HNO_3 + 2H_2O = 2H_3AsO_4 + NO + NO_2$$

$$\text{echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{2} = \frac{63}{2} = 31{,}5 \text{ g;}$$

— *la acizi polibazici*, echivalentul-gram se calculează după numărul de atomi de hidrogen capabili să reacționeze. Exemplu, la H_2SO_3 în:

$$H_2SO_3 + NaOH = NaHSO_3 + H_2O$$

$$\text{echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{1} = 82 \text{ g, iar în:}$$

$$H_2SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_3 + 2H_2O$$

Scanned with OKEN Scanner

$$\text{echivalentul-gram} = \frac{\text{masa moleculară}}{2} = \frac{82}{2} = 41 \text{ g};$$

— la baze, prin raportul dintre masa moleculară a bazei și numărul grupărilor OH ionizabile.

Exemple:

$$\text{Echivalentul-gram al NaOH} = \frac{\text{NaOH}}{1} = 40 \text{ g}.$$

$$\text{Echivalentul-gram al Al(OH)}_3 = \frac{\text{Al(OH)}_3}{3} = \frac{78}{3} = 26 \text{ g};$$

— *la săruri*, și oxizi metalici, prin raportul dintre masa moleculară și numărul de echivalenți de metal în moleculă, care intră în reacție, adică prin raportul dintre masa moleculară și produsul dintre valența metalului și numărul atomilor de metal din molecula respectivă. Exemplu:

Echivalentul-gram $BaCl_2 = \frac{208}{2} = 104$ g; echivalentul-gram $Al_2O_3 = \frac{102}{23} = 17$;

— pentru oxidanți și reductori se deduce:

1) din numărul de atomi de oxigen cedați, respectiv luați de o moleculă:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + \frac{5}{2} O_2\uparrow$$

$$2KMnO_4 \rightarrow 5O \rightarrow 10H$$

$$\text{Echivalent-gram} = \frac{KMnO_4}{5} = \frac{158{,}03}{5} = 31{,}60 \text{ g};$$

2) din raportul dintre masa moleculară (atomică) și numărul de electroni cedați, respectiv captați, de o moleculă (atom). De exemplu, pentru cazul precedent:

$$Mn^{7+} \xrightarrow{+5e} Mn^{2+},$$

deci:

$$\text{echivalent-gram} = \frac{KMnO_4}{5} = \frac{158{,}03}{5} = 31{,}60 \text{ g}.$$

Scanned with OKEN Scanner

III. CALCULE STOECHIOMETRICE

III.1. STABILIREA COEFICIENȚILOR ECUAȚIILOR CHIMICE PRIN METODA ALGEBRICĂ

Problemă rezolvată

Să se determine coeficienții ecuației:

$$FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 \qquad (1)$$

Rezolvare:

Notăm cu x,y,z,v coeficienții celor patru substanțe ce iau parte la reacție:

$$xFeS_2 + yO_2 \rightarrow zFe_2O_3 + vSO_2 \qquad (2)$$

și stabilim, pe baza legii conservării masei, pentru fiecare element, relații algebrice:

pt. Fe $\quad x = 2z$

pt. S $\quad 2x = v$

pt. O $\quad 2y = 3z + 2v$

Rezolvăm sistemul (de 3 ecuații cu 4 necunoscute), dînd uneia din necunoscute o anumită valoare (de exemplu, $x = 1$) și atunci:

$$x = 1; \quad y = {}^{11}/_{4}, \quad z = {}^{1}/_{2}, \quad v = 2$$

sau:

$$x = 4, \quad y = 11, \quad z = 2, \quad v = 8.$$

Înlocuind valorile necunoscutelor în ecuația (2), obținem:

$$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

Exerciții propuse

Să se stabilească coeficienții ecuațiilor de mai jos:

1) $Al + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2$
2) $C + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + SO_2 + H_2O$
3) $S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO$
4) $J_2 + HNO_3 \rightarrow HJO_3 + NO + H_2O$
5) $NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$

Scanned with OKEN Scanner

6) $V_2S_5 + O_2 \rightarrow V_2O_5 + SO_2$
7) $Mn_3O_4 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Mn$
8) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$ sau $KCl + KClO_4$
9) $KOH + Cl_2 \rightarrow KClO + KCl + H_2O$ sau $KClO_3 + KCl + H_2O$
10) $H_2SO_3 + HClO_4 \rightarrow HCl + H_2SO_4$

III. 2. STABILIREA COMPOZIȚIEI ELEMENTARE A SUBSTANȚELOR CHIMICE

Compoziția elementară a unei substanțe chimice se poate exprima în două moduri:

— fie prin raportul cantităților elementelor care alcătuiesc substanța;

— fie în procente de masă.

Probleme rezolvate

1. Să se exprime compoziția $CaCO_3$.

Rezolvare

— raportul cantităților elementelor

$$Ca : C : O = 40 : 12 : 48 = 10 : 3 : 12;$$

— procente de masă.

Din raportul cantităților elementelor rezultă:

$$10 + 3 + 12 = 25 \text{ părți.}$$

Deci se poate scrie:

în 25 părți $CaCO_3$ . . . 10 părți Ca . . . 3 părți C . . . 12 părți O;

la 100 părți $CaCO_3$ . . . . . x . . . . . y . . . . . z

$$x = Ca\% = \frac{10}{25} \cdot 100 = 40\%; \quad y = C\% = \frac{3}{25} \cdot 100 = 12\%;$$

$$z = O\% = \frac{12}{25} \cdot 100 = 48\%$$

sau din masa moleculară:

$$Ca\% = \frac{Ca}{CaCO_3} \cdot 100 = \frac{40}{100} \cdot 100 = 40\%; \quad C\% = \frac{C}{CaCO_3} \cdot 100 = \frac{12}{100} \cdot 100 = 12\%$$

$$O\% = \frac{3O}{CaCO_3} \cdot 100 = \frac{3.16}{100} \cdot 100 = 48\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

2. La arderea unei hidrocarburi se obţin 88 g CO_2 şi 54 g H_2O. Să se exprime compoziţia hidrocaburii.

Rezolvare: Pentru a face raportul C : H, vom determina cantitatea de carbon din CO_2 şi cantitatea de hidrogen din H_2O:

— în CO_2 avem: $C : O = 12 : 32 = 3 : 8$ şi deci în 88 g CO_2 vom avea $\frac{3}{11} \cdot 88 = 24$ g C;

în H_2O avem: $H : O = 2 : 16 = 1 : 8$ şi deci în 54 g H_2O vom avea $\frac{1}{9} \cdot 54 = 6$ g H_2;

— compoziţia hidrocarburii este: $C : H = 24 : 6 = 4 : 1$,

sau:

$$C\% = \frac{4}{5} \cdot 100 = 80\% \quad \text{şi} \quad H_2\% = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20\%.$$

Probleme propuse

1. Să se exprime compoziţia oxizilor:

Na_2O, N_2O, CaO, MgO, Al_2O_3, Fe_2O_3 CO_2, SiO_2,

N_2O_5, P_2O_5, SO_3, CrO_3, Mn_2O_7, Cl_2O_7, RuO_4, OsO_4, Fe_3O_4, Mn_3O_4

2. Să se exprime compoziţia acizilor:

HCl, HNO_3, H_3PO_4, H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4

3. Să se exprime compoziţia bazelor:

$NaOH$, NH_4OH, $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$

4. Să se exprime compoziţia hidraţilor:

$(NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$; $CaHPO_4 \cdot 2\,H_2O$; $Cu(NO_3)_2 \cdot 3\,H_2O$

$CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$; $Co(NO_3)_2 \cdot 6\,H_2O$; $FeSO_4 \cdot 7\,H_2O$

$KCr(SO_4)_2 \cdot 12\,H_2O$

5. Să se exprime compoziţia sărurilor:

$NaCl$, $CaCl_2$, $AlCl_3$, KNO_3, $Mg(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_2$, Na_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$,

$CaSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, Na_3PO_4,

CaS, FeS, Fe_2S_3, V_2S_5, Na_2CO_3, $MgCO_3$ $Ca(HCO_3)_2$

Scanned with OKEN Scanner

6. Să se exprime compoziţia combinaţiilor organice:

CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2, C_6H_6, CH_3OH, C_2H_5OH, $C_6H_5NO_2$

$C_6H_5NH_2$, $HCOOH$, CH_3COOH, CH_2O, CH_3CHO, CH_3COCH_3

7. La arderea a 8 g metan se obţin 22 g CO_2 şi 18 g H_2O. Să se exprime compoziţia produselor de ardere. (Indicaţie — exemplul 2. III.2 — se determină cantitatea de carbon din CO_2, cantitatea de hidrogen din apă, cantitatea de oxigen din CO_2 şi din H_2O.)

R. CO_2; $C : O = 3 : 8$; H_2O; $H : O = 1 : 8$.

8. La descompunerea a 25 g $CaCO_3$ se obţin 11 g CO_2 şi 14 g CaO. Se cere compoziţia $CaCO_3$. (Indicaţia de la problema 7.)

R. $Ca : C : O = 10 : 3 : 12$; Ca = 40%, O = 48%, C = 12%.

9. Cîte grame CO_2 se obţin prin arderea a 60 g hidrocarbură ce conţine 80% carbon?

R. 176 g CO_2.

10. Se reduc 8 g CuO cu carbon şi se obţin 2,2 g CO_2. Se cere compoziţia CuO.

R. $Cu : O = 4 : 1$.

11. Cîte g H_2O se obţin prin arderea a 20 g hidrocarbură care conţine 25% hidrogen?

R. 45 g H_2O.

12. Valoarea combinaţiilor de Ag este aproximativ proporţională cu conţinutul în Ag. Care din sărurile: $AgNO_3$ sau Ag_2SO_4 este mai scumpă?

R. Ag_2SO_4.

III.3. STABILIREA FORMULELOR CHIMICE

Formula unei combinaţii chimice se poate stabili dacă se cunoaşte compoziţia acelei combinaţii.

Probleme rezolvate

1. Să se stabilească formula combinaţiei care conţine 40% Ca, 12% C, 48% O_2.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

Formula va fi de forma $Ca_x C_y O_z$, în care:

$$\left.\begin{array}{l} Ca_x = 40; \quad x = \dfrac{40}{Ca} = \dfrac{40}{40} = 1 \\ C_y = 12; \quad y = \dfrac{12}{C} = \dfrac{12}{12} = 1 \\ O_z = 48; \quad z = \dfrac{48}{O} = \dfrac{48}{16} = 3 \end{array}\right\} \text{deci formula va fi } CaCO_3$$

Se poate lucra și astfel:

$$Ca_x : C_y : O_z = 40 : 12 : 48$$

$x : y : z = \dfrac{40}{40} : \dfrac{12}{12} : \dfrac{48}{16} = 1 : 1 : 3$, deci formula va fi $CaCO_3$.

2. Prin arderea a 7 g hidrocarbură se obțin 0,5 moli CO_2 și 9 g H_2O. Se cere compoziția și formula hidrocarburii știind că are masa moleculară 28.

Rezolvare:

Din CO_2 reiese: $C : O = 3 : 8$, deci $g\,C = \dfrac{3}{11} \cdot 22 = 6$.

În apă $H : O = 1 : 8$, $gH = \dfrac{1}{9} \cdot 9 = 1$.

$C : H = 6 : 1$ sau $\dfrac{6}{7} \cdot 100 = 86\%C$ și $\dfrac{1}{7} \cdot 100 = 14\%$ H.

Formula va fi de forma C_xH_y, în care:

$$\left.\begin{array}{ll} C_x = 6 & x = \dfrac{1}{2} \\ H_y = 1 & y = 1 \end{array}\right\} \begin{array}{l} 1 \\ 2, \end{array}$$

deci formula va fi CH_2, cum hidrocarbura are masa $M = 28$, formula reală este C_2H_4

Prolembe propuse

Să se stabilească formulele oxizilor care conțin:

Elemente	%	O_2 %	
1) N_2	64	36	R.[1] N_2O
2) Ca	71	29	R. CaO
3) C	43	57	R. CO
4) C	27	73	R. CO_2
5) S	50	50	R. SO_2
6) S	40	60	R. SO_3

[1] R = rezultate.

Să se stabilească formulele acizilor care conţin:

1)	H_2	5,9%	S	94,1%	O_2	—	R. H_2S
2)		2,4%		39%		58,6%	R. H_2SO_3
3)		2,04%		32,65%		65,31%	R. H_2SO_4
4)	H_2	2,7%	Cl_2	97,3%	O_2	—	R. HCl
5)		1,9%		68%		30,1%	R. HClO
6)		1,45%		52%		46,55%	R. $HClO_2$
7)		1,2%		42%		56,80%	R. $HClO_3$
8)		1%		35,5%		63,5%	R. $HClO_4$
9)	H_2	1,25%	P	39%	O_2	59,57%	R. HPO_3
10)		3,6%		38%		58,4%	R. H_3PO_3
11)		3%		32%		65%	R. H_3PO_4

Să se stabilească formulele bazelor care conţin:

1)	Na	57,5%	O_2	40,0%	H_2	2,5%	R. NaOH
2)	Ca	54%		43%		3%	R. $Ca(OH)_2$
3)	NH_4	51%		46%		3%	R. NH_4OH
4)	Al	35%		61,5%		3,5%	R. $Al(OH)_3$

Să se stabilească formulele combinaţiilor care conţin:

— *sulfuri:*

1)	Fe	63,5%	S	36,5%		R. FeS
2)		53,5%		46,5%		R. Fe_2S_3
3)		46,5%		53,5%		R. FeS_2

— *carbonaţi:*

4)	CaO	30,83%	MgO	21,21%	CO_2	47,5%	R. $Ca \cdot Mg(CO_3)_2$
5)	Na	43,4%	C	11,3%	O_2	45,3%	R. Na_2CO_3

— *hidraţi:*

6)	Cu	25,5%	S	12,8%	O_2	25,70%	H_2O	36%	R. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
7)	Ca	18%	Cl	32%				50%	R. $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

— *substanţe organice:*

8)	C	75%	H_2	25%				R. CH_4
9)		80%		20%				R. C_2H_6
10)		85,9%		14,1%	(M = 28)			R. C_2H_4
11)		92,3%		7,7%	(M = 26)			R. C_2H_2
12)		92,3%		7,7%	(M = 78)			R. C_6H_6
13)	C	40%	H_2	7%		O_2	53%	R. CH_2O
14)		37,5%		12,5%			50%	R. CH_3OH

Să se stabilească formulele combinaţiilor care conţin:

1)	Ca : C = 5 : 3	R. CaC_2
2)	Ca : C : N = 10 : 6 : 7	R. $Ca(CN)_2$
3)	Ca : S : O = 5 : 4 : 8	R. $CaSO_4$

Scanned with OKEN Scanner

Probleme propuse

1. Prin arderea a 12 g hidrocarbură se obţin 0,8 moli CO_2 şi 1,2 moli H_2O. Ştiind că masa moleculară a hidrocarburii este 30, să se determine formula şi compoziţia hidrocarburii.

R. C_2H_6; C : H = 4 : 1.

2. Presupunînd că 60 g substanţă *A* se descompun la cald în: 1 mol CO, 0,001 kmol N_2 şi 4 atomi-gram H, să se determine compoziţia şi formula substanţei *A*.

R. C : N : H : O = 3 : 7 : 1 : 4; $O=C\begin{matrix}\diagup NH_2\\ \diagdown NH_2\end{matrix}$

3. Presupunînd că 132 g substanţă *A* se descompun la cald în: 0,001 kiloatomi-gram S, 1 mol N_2, 0,004 kmoli H_2O, se cere compoziţia şi formula substanţei *A*.

R. N : H : S : O = 7 : 2 : 8 : 16; $(NH_4)_2SO_4$

4. Un gram dintr-o substanţă conţine:
0,6815 g K_2O
0,3184 g CO_2
Se cere formula substanţei.

R. K_2CO_3.

5. O sută părţi (greutate) dintr-o combinaţie conţin:

14,4 părţi C; 1,8 părţi H_2; 64,6 părţi Pb şi 19,2 părţi O_2.

Se cere formula combinaţiei.

R. $Pb(CH_3COO)_2$.

III.4. CALCULE CU ECHIVALENŢI

Probleme rezolvate

1. Prin ardere a 5 g aluminiu se obţin 9,44 g Al_2O_3. Se cere E_{Al}.

Rezolvare: Oxidul de Al conţine: 5 g Al şi 4,44 g O_2.
Deci:

$$\frac{\text{Masa Al}}{\text{Masa O}_2} = \frac{E_{Al}}{E_O} \text{ sau } \frac{5}{4{,}44} = \frac{E_{Al}}{8} \text{ sau } E_{Al} = 9.$$

Verificare: $E_{Al} = \dfrac{\text{masa atomică a Al}}{\text{valenţă}} = \dfrac{27}{3} = 9.$

Scanned with OKEN Scanner

2. Pentru determinarea echivalentului unui element s-au tratat 4,177 g din bromura sa cu azotat de argint, obţinîndu-se 6,542 g bromură de argint. Se cere echivalentul elementului, ştiind că echivalentul bromului este 79,92.

Rezolvare:

$$MeBr + AgNO_3 \rightarrow AgBr + MeNO_3$$

Fie x bromul din bromura metalului.
1 mol AgBr (187,82 g) ... 1 atom-gram Br (79,92 g)

6,54 x

$x = 2{,}78$ g brom.

Cantitatea de metal:

$$4{,}177 - 2{,}78 = 1{,}397 \text{ g metal.}$$

Calculăm echivalentul metalului din ecuaţia:

$$\frac{1{,}397}{E_{metal}} = \frac{2{,}78}{79{,}98},$$

$$E_{metal} = 40.$$

Probleme propuse

1. Ştiind că 1 l hidrogen cîntăreşte 0,09 g, în condiţii normale, şi că 1 l hidrogen este pus în libertate prin dizlocuirea în acizi a 2,92 g metal, se cere să se determine echivalentul metalului.

R. 3,2.

2. La reducerea a 1,305 g bioxid de mangan cu aluminiu metalic se obţin 0,015 moli de mangan metalic. Să se determine echivalentul manganului. (Indicaţie: v. exemplul 1, III, 4.)

R. 13,7.

3. La precipitarea cu azotat de argint a 1,49 g clorură de potasiu (ce conţine 52,36% K), se obţin 2,863 g clorură de argint. Ştiind că echivalentul potasiului este 39, să se determine echivalentul argintului. (Indicaţie: v. exemplul 3, III.4.)

R. 107,8.

4. Să se determine echivalentul acidului sulfuric, ştiind că 0,075 moli de acid precipită 0,15 vali de clorură de bariu.

R. 49.

Scanned with OKEN Scanner

5. Oxidul unui metal conţine 52,94% metal. Ştiind că echivalentul oxigenului este 8 şi masa atomică a metalului este 27, să se determine echivalentul metalului şi formula oxidului său.

R. 9; Me_2O_3 (Al_2O_3).

6. Pentru reducerea a 1,8 g oxid metalic este nevoie de 833 ml hidrogen, în condiţii normale. Se cere echivalentul oxidului şi echivalentul metalului (se dă $\rho\ H_2 = 0{,}09$ g/l). $\left(\text{Indicaţie: } \rho = \frac{\text{masa}}{\text{volum}}.\right)$

R. 24; 16.

7. Să se determine echivalentul substanţelor de mai jos în reacţii de neutralizare totală:

a) H_2S, H_2SO_3, H_2SO_4;
b) MnO, Mn_2O_3, MnO_2;
c) NaOH, $Ca(OH)_2$, $Al(OH)_3$;

R. 17; 41; 49; 27,5; 53; 35,5; 40; 37; 26.

8. Cîte grame reprezintă în reacţii de neutralizare totală:

a) 2,5 vali H_2SO_4;
b) 0,1 vali H_2S;
c) 8 vali H_3PO_4;
d) 3 vali H_3AsO_3.

R. 122,5; 1,7; 261,28; 126.

9. Cîţi vali reprezintă:

a) 1,2 g Ca;
b) 1 g $CaCO_3$;
c) 0,4 g NaOH;
d) 1,32 g FeS.

R. 0,06; 0,02; 0,01; 0,03.

10. Din 19,8008 g bismut se obţin 22,0758 g oxid de bismut. Echivalentul oxigenului este 8. Să se calculeze echivalentul bismutului.

R. 69,63.

11. Un oxid metalic conţine 28,57% O_2, iar compusul aceluiaşi metal cu fluorul conţine 48,72% F_2. Din aceste date să se determine echivalentul fluorului.

R. 19.

12. Cunoscînd $\rho O_2 = 1{,}4$ g/l, să se calculeze cîţi litri de oxigen se consumă la arderea a 21 g magneziu, al cărui echivalent este 12. $\left(\text{Indicaţie: } \rho = \frac{\text{masa}}{\text{volum}}.\right)$

R. 10 l oxigen.

Scanned with OKEN Scanner

13. Se cere echivalentul acidului fosforic, știind că la înlocuirea în acid a hidrogenului cu calciu, la o parte acid trebuie 0,612 părți calciu, al cărui echivalent este 20.

R. 32,7.

14. Pentru dizolvarea a 16,86 g metal se consumă 14,7 g acid sulfuric (echivalentul 49). Să se determine echivalentul metalului și volumul de hidrogen degajat la dizolvarea metalului.

R. 56,1 ; 3,36 l H_2.

III.5. CALCULE CU FORMULE CHIMICE

Probleme rezolvate

1. Rezultatele obținute la analiza unui aliaj de cupru-zinc-nichel s-au exprimat sub forma următoare:

10 g $CuSO_4$

4,17 g $ZnCl_2$

6,6 g $Ni(NO_3)_2$

Se cere compoziția aliajului.

Rezolvare:

Pentru a stabili compoziția unui aliaj, trebuie să determinăm cantitatea metalelor componente.

a) (Cu) 1 mol $CuSO_4$ (160 g) ..... 1 atom-gram Cu (64 g)

10 g ..... $x_1 \cong 4$ g Cu

b) (Zn) 1 mol $ZnCl_2$ (136 g) ..... 1 atom-gram Zn (65 g)

4,17 g ..... $x_2 \cong 2$ g Zn

c) (Ni) 1 mol $Ni(NO_3)_2$ (183 g) ..... 1 atom-gram Ni (59 g)

6,6 g ..... $x \cong 2$ g Ni

d) 4 g Cu + 2 g Zn + 2 g Ni = 8 g aliaj

$$Cu\% = \frac{4}{8} \times 100 = 50\%;\ Zn\% = \frac{2}{8} \times 100 = 25\%;\ Ni\% = \frac{2}{8} \times 100 = 25\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

2. Determinîndu-se oxidul de calciu din 25 g piatră-de-var, s-au găsit 12 g oxid de calciu. Se cere puritatea pietrei-de-var.

Rezolvare: Calculul stoechiometric ne arată că:

a) 1 mol $CaCO_3$ (100 g) ..... 1 mol CaO (56 g)
25 g ..... $x = 14$ g CaO

b) 14 g CaO ..... 100% puritate
12 g CaO ..... $x = 86\%$ puritate,

deci piatra-de-var luată în lucru conține $100 - 86 = 14\%$ impurități.

3. Care este puritatea unei probe de piatră vînătă care conține 20% Cu?

Rezolvare:
Teoretic, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ conține:

$$\frac{64}{250} \cdot 100 = 25{,}6 \text{ g sau } 25{,}6\% \text{ Cu},$$

deci puritatea probei este:

$$\frac{20}{25{,}6} \cdot 100 = 78\%.$$

Probleme propuse

1. Cîte grame carbon și grame hidrogen se pot obține din:
a) 100 g CH_4; *b)* 100 g C_2H_4; *c)* 100 g C_2H_2; *d)* 100 g C_6H_6.

R. *a)* 75 g C; 25 g H_2; *b)* 86 g C; 14 g H_2; *c)* 92 g C; 8 g H_2; *d)* 92 g C; 8 g H_2.

2. Cîți atomi-gram de oxigen și moli de hidrogen se obțin prin descompunerea a 0,005 kmoli de apă, dacă se transformă numai 40% din apă?

R. 2 atomi-gram oxigen; 2 mol hidrogen.

3. Un mineral conține 80% pirită și 20% sulfură feroasă. Cît sulf conține 1,5 kg mineral?

R. 750 g sulf.

4. Un mineral conține 80% FeS_2 și 20% FeAsS. Cît sulf conține 1 kg mineral?

R. 0,46 kg sulf.

5. Cîtă platină se obține prin descompunerea termică a 25 g $(NH_4)_2PtCl_6$ dacă se pierde 3% metal?

R. $\simeq$ 10,7 g platină.

Scanned with OKEN Scanner

6. Cîţi atomi-gram de calciu şi cîţi atomi-gram de carbon sînt în 10 kg carbid ce conţine 90% carbură de calciu.

R. 140,6 atomi-gram calciu; 281,2 atomi-gram carbon.

7. Un furnal înalt se alimentează cu 1 000 t dintr-un minereu de fier conţinînd 69% Fe_3O_4. Cîte tone de fontă se obţin, considerînd că randamentul operaţiei este 93% faţă de conţinutul total în fier şi că fonta rezultată conţine 96% fier?

R. 485 t.

8. Ce puritate are clorura de amoniu tehnică dacă conţine 26% amoniac?

R. 81,82%.

9. Cît bismut se obţine din 200 kg minereu care conţine 15% Bi_2S_3, dacă prin rafinare se pierde 3% metal?

R. 26,3 kg bismut.

10. Cîtă azotură de bor BN, se obţine din 5 kg bor elementar, dacă randamentul reacţiei este de 90%?

R. 10,23 g BN.

11. Care este puritatea unei probe de:

a) calcar, care conţine 40% bioxid de carbon?

b) sulfat de cupru, care conţine 36% cupru?

c) ţipirig, care conţine 26% amoniac?

d) calcar, dacă la descompunerea termică a 1 kg probă rezultă 200 l gaz?

R. *a)* 91%; *b)* 90%; *c)* 81,25%; *d)* 89%.

12. Care este puritatea unei probe de:

a) carbid, dacă prin reacţie unui kg probă cu apa se degajă 15 moli acetilenă?

b) ţipirig, care conţine 60% acid clorhidric?

c) dolomită, care prin descompunere termică scade în greutate cu 40%.

R. *a)* 96%; *b)* 87,5%; *c)* 90%.

13. Un amestec de AgCl şi AgBr are un conţinut de 68,21% argint. Să se calculeze conţinutul procentual de AgCl şi AgBr din amestec.

R. 60,4% AgCl; 39,6% AgBr.

Scanned with OKEN Scanner

14. Ce cantitate de fier se găseşte într-o tonă magnetită cu 10% impurităţi? Care este cantitatea de minereu în care se găseşte 1 t fier?

R. 651,7 kg Fe; 1,57 t minereu.

15. La topirea cuprului în aer se formează şi Cu_2O, care face metalul fragil. Calculaţi procentele acestei impurităţi din proba de cupru, cantitatea de oxigen din probă fiind de 0,22%.

R. 1,98%.

III.6. CALCULE CU ECUAŢII CHIMICE

Probleme rezolvate

1. Cîte grame de clorat de potasiu trebuie să descompunem pentru a obţine oxigenul necesar formării a 36 g apă?

Rezolvare:

a) Determinăm cantitatea de oxigen necesară formării a 36 g apă: H : O = = 2 : 16 = 1 : 8, deci în 36 g apă se găsesc $\frac{8}{9} \cdot 36 = 32$ g O_2.

b) Ecuaţia reacţiei: $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$

3 moli O_2 (3×32 g) ..... 2 moli $KClO_3$ ($2 \times 122{,}5$ g)
32 g ..... $x = 81{,}6$ g $KClO_3$.

2. Ce cantitate de $AuCl_3$ se poate obţine din 250 g Au? Cu ce randament (η) s-a lucrat dacă s-au obţinut 350 g $AuCl_3$?

Rezolvare:

a) $Au + {}^3/_2\ Cl_2 \rightarrow AuCl_3$

1 atom-gram Au (197,2 g) ..... 1 mol $AuCl_3$ (303,7 g)
250 g ..... $x = 385$ g $AuCl_3$ ($\eta = 100\%$);

b) $\eta = \frac{350}{385} \times 100 = 91\%$.

3. Reacţionează 21,4 g NH_4Cl cu 16 g $Ca(OH)_2$. Să se determine:

a) care din substanţe este în exces şi în ce cantitate?

b) cîte grame de amoniac se formează?

Rezolvare:

a) 1. Ecuaţia reacţiei este:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O.$$

Scanned with OKEN Scanner

2. Se compară raportul teoretic (stoechiometric) al substanțelor care reacționează cu cel practic (obținut din datele problemei).

$$\text{Raport teoretic } \frac{Ca(OH)_2}{NH_4Cl} = \frac{37}{53,5}.$$

$$\text{Raport practic } \frac{Ca(OH)_2}{NH_4Cl} = \frac{16}{21,4}.$$

Deoarece raportul practic este mai mare ca cel teoretic, rezultă că nu se consumă tot $Ca(OH)_2$, deci acesta este în exces.

3) Se notează cu x cantitatea de $Ca(OH)_2$ care se consumă; din ecuație rezultă:

$$\frac{37}{53,5} = \frac{x}{21,4}, \text{ deci } x = 14,8 \text{ g } Ca(OH)_2.$$

Excesul va fi: $16 - 14,8 = 1,2$ g $Ca(OH)_2$;

b) Cantitatea de amoniac (y) rezultată este:

$$\frac{53,5}{17} = \frac{21,4}{y} \qquad y = 6,8 \text{ g } NH_3.$$

Probleme propuse

1. Acidul clorhidric reacționează cu hidroxidul de sodiu și formează clorură de sodiu și apă. Folosindu-se 14,6 g acid clorhidric și 25 g hidroxid de sodiu, să se afle care din aceste substanțe a fost în exces și în ce cantitate.

R. 9 g NaOH.

2. Dolomita este un mineral alcătuit din $CaCO_3$ și $MgCO_3$ în cantități echimoleculare. Să se afle cantitatea de carbon conținută într-un kilogram de dolomită.

R. 0,13 kg carbon.

3. Prin descompunerea vaporilor de apă cu fier incandescent se obțin 35,7 kilomoli hidrogen. Să se determine consumul de fier și cantitatea de Fe_3O_4 ce rezultă.

R. 1499,4 kg Fe; 2070 kg Fe_3O_4.

4. Câți moli de clorat de potasiu trebuie să se descompună pentru ca oxigenul rezultat să transforme 0,25 atomi gram de aluminiu metalic în trioxid de aluminiu?

R. 0,125 moli.

Scanned with OKEN Scanner

5. Se presupune că se pune în situaţia de a reacţiona 1 mol de pentoxid de fosfor cu 4 moli de oxid de calciu. Reacţia este totală? Care din substanţe este în exces? Cîţi moli de sare se obţin?

R. Nu: CaO; 1 mol sare [1 mol $Ca_3(PO_4)_2$].

6. Prin acţiunea acidului sulfuric asupra clorurii de sodiu rezultă acid clorhidric. Acidul clorhidric rezultat este oxidat cu ajutorul bioxidului de mangan. Clorul obţinut din ultima reacţie înlocuieşte 12,7 g iod dintr-o soluţie de iodură de potasiu. Se cere cantitatea de clorură de sodiu intrată în reacţie.

R. 11,7 g NaCl.

7. Într-o fabrică se ard zilnic 300 kg cărbune ce conţine 2% sulf. Cîţi kilomoli de SO_2 se obţin în 30 de zile şi cîte kilograme acid sulfuric se pot fabrica cu bioxidul de sulf obţinut?

R. 5,6 kmoli SO_2; 551,2 kg H_2SO_4.

8. Cîte grame pentoxid de fosfor se obţin la arderea unei cantităţi de 280 g fosfor, dacă pierderile se ridică la 10%?

R. 577 g P_2O_5.

9. Se dau 5 l apă care conţine 0,2 moli bicarbonat de calciu la litru. Ce cantitate de oxid de calciu trebuie să „stingem" pentru ca hidroxidul rezultat să precipite complet bicarbonatul de calciu?

R. 1 mol (56 g CaO).

10. Praful de puşcă arde conform ecuaţiei:

$$2KNO_3 + 3C + S = K_2S + 3CO_2 + N_2$$

Cîţi moli de hidroxid de calciu sînt necesari pentru a absorbi bioxidul de carbon rezultat prin arderea a 100 g praf de puşcă?

R. 1,1 moli.

11. Analiza unui amestec de cloroform şi tetraclorură de carbon arată un conţinut de 91,71% clor.

Să se determine compoziţia în procente de masă a amestecului.

R. 83,80% CCl_4; 16,20% $CHCl_3$.

12. Se cere cantitatea de fosforit cu un conţinut de 65% fosfat tricalcic, care se consumă pentru a obţine o tonă fosfor elementar dacă se pierd 3% fosfor.

Ce cantitate de cărbune cu 25% steril intră în fabricaţie?

R. 8 tone fosforit; 1,372 tone cărbune.

Scanned with OKEN Scanner

13. Cît staniu metalic se obţine din 5 kg casiterit de 30% puritate, dacă randamentul operaţiei este de 80%? Cîţi kilomoli de carbon se consumă?

R. 0,946 kg Sn; 0,010 kilomoli C.

14. Se pun în contact 10 g oxid de zinc cu o soluţie care conţine 20 g acid clorhidric. Reacţionează tot oxidul? Cîţi moli de sare se obţin?

R. Da; 0,123 moli $ZnCl_2$.

15. Se amestecă 9,125 g acid clorhidric gazos cu 5,74 g amoniac. Ce cantitate de clorură de amoniu se formează? Cît gaz rămîne în exces după reacţie?

R. 13,38 g NH_4Cl; 1,49 g NH_3.

IV. PROBLEME GENERALE ÎN LEGĂTURĂ CU MĂRIMILE FUNDAMENTALE ALE TEORIEI ATOMO-MOLECULARE ŞI CU LEGILE DE BAZĂ ALE CHIMIEI

Probleme rezolvată

Pentoxidul de vanadiu este redus aluminotermic. Se cere:

a) cantitatea de Al metalic (în g şi atomi-gram) necesară pentru a reduce la metal 5 moli oxid;

b) cantitatea de acid sulfuric (în g şi moli) care dizolvă oxidul de aluminiu rezultat;

c) dacă Al intrat şi V ieşit din reacţie ar forma un aliaj, să se exprime compoziţia aliajului.

Rezolvare:

a) $3V_2O_5 + 10Al = 6V + 5Al_2O_3$

3 moli V_2O_5 ...	10 atomi-gram Al ...	6 atomi-gram V ...	5 moli Al_2O_3
	10×27 g	6×51 g	5×102 g
5 moli V_2O_5 ...	$x = 450$ g ...	$y = 508$ g V ...	$z = 8{,}3$ moli Al_2O_3
	$= 16{,}6$ atomi-gram		

Scanned with OKEN Scanner

b) $3H_2SO_3 + Al_2O_3 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2$

1 mol Al_2O_3 ... 3 moli H_2SO_4 (3 × 98 g)

8,3 moli ... $x = 24{,}9$ moli H_2SO_4 (2 440 g H_2SO_4);

c) total aliaj = 450 + 508 = 958 g

$$\% \text{ Al} = \frac{450}{958} \cdot 100 = 46\%; \quad \% \text{ V} = \frac{508}{958} \cdot 100 = 54\%.$$

Probleme propuse

1. Prin arderea a 0,78 g dintr-o hidrocarbură (C_xH_y) se obţin 0,06 moli CO_2 şi 0,06 vali apă vapori. Se cere formula şi compoziţia hidrocarburii, ştiind că masa ei moleculară este egală cu 78.

R. C_6H_6; 92% C.

2. În 115 g metal se găsesc 5 atomi-gram. Să se determine:

a) masa atomică a metalului;

b) să se scrie reacţia metalului cu apa;

c) să se calculeze cantitatea de substanţă rezultată din reacţia scrisă la punctul *b)*.

R. *a)* 23; *b)* $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$; *c)* 200 g NaOH.

3. Se descompun:

4,8 g dintr-o combinaţie anorganică şi se obţin:

0,05 moli CO_2; 1,7 g NH_3; 0,1 vali H_2O.

Se cere:

a) compoziţia procentuală a combinaţiei;

b) formula combinaţiei.

R. *a)* 12,5%, 8,3% H, 29,2% N, 50% O; *b)* $(NH_4)_2CO_3$.

4. Un acid anorganic *A* conţine: 1% H_2; 35% Cl_2 şi 64% O_2 Acest acid reacţionează cu acidul sulfuros şi produce acid clorhidric şi acid sulfuric. Se cere compoziţia (% masă) a amestecului de acizi rezultaţi, dacă în reacţie intră 0,1 moli acid *A*. Cu cîţi moli de hidroxid de sodiu se neutralizează amestecul de acizi?

R. $HClO_4$, 0,4 moli H_2SO_4; 0,1 moli HCl; 91,6% H_2SO_4; 8,4% HCl; 0,9 moli NaOH.

5. Prin acţiunea apei asupra a 5 kg carbid ce conţine 90% carbură de calciu se obţine acetilenă şi hidroxid de calciu. Să se determine cantitatea (moli) de acetilenă rezultată şi cantitatea (moli şi grame)

Scanned with OKEN Scanner

de acid sulfuric necesar pentru neutralizarea hidroxidului de calciu rezultat din reacție.

R. 70 moli C_2H_2; 70 moli H_2SO_4; 6860 g H_2SO_4.

6. Se dau 10 kg calcar de 80% puritate, care prin calcinare trece în oxid de calciu și bioxid de carbon. Oxidul de calciu cu cărbune (în cuptorul electric) produce carbură de calciu. Carbura de calciu cu apă produce acetilenă. Prin polimerizarea a 3 molecule de acetilenă se obține benzen. Să se determine cantitatea de benzen lichid (în litri) ce se obține ($\rho C_6H_6 = 0{,}9$ g/cm³).

R. 2,3 l benzen.

7. Se reduc aluminotermic 2,5 moli oxid de fier, care conține 70% Fe. Se cere:

a) cantitatea (în atomi-gram) de aluminiu intrată și de fier ieșită din reacție;

b) presupunînd că cele două cantități de metal ar forma un aliaj, să se exprime compoziția procentuală a aliajului.

R. *a)* 5 atomi-gram Al .5 atomi-gram Fe; *b)* 32,5% Al; 67,5% Fe.

8. O substanță anorganică conține: Ca : C : O = 10 : 3 : 12. Se cere:

a) formula combinației;

b) cantitățile de oxizi ce rezultă prin descompunerea a 500 g substanță;

c) cu ce cantitate de H_2SO_4 reacționează oxidul metalic rezultat la punctul *b)*? Cîtă apă rezultă (moli);

d) cantitatea de carbon necesară reducerii oxidului metaloidic de la punctul *b)* pînă la oxid de carbon; cîți moli CO rezultă?

R. *a)* $CaCO_3$; *b)* 280 g CaO și 220 g CO_2; *c)* 490 g H_2SO_4 și 5 moli H_2O; *d)* 60 g C și 10 moli CO.

9. Cît fosfor, în greutate, conține scheletul omenesc, știind că masa medie a scheletului este 11 kg și conținutul său în fosfat de calciu $Ca_3(PO_4)_2$ este de 58%?

R. 1,28 kg.

10. 1,2 g calciu metalic reacționează cu acidul fosforic și rezultă fosfat tricalcic și hidrogen. Se cere:

a) cantitatea (moli și grame) de sare obținută;

b) conținutul procentual al sării în calciu și fosfor;

c) cantitatea de Fe_2O_3 (în g, moli, vali) ce poate fi redusă cu hidrogenul obținut.

R. 0,01 moli = 3,1 g sare; 39% Ca; 20% P; 1,6 g = 0,01 moli = 0,06 vali Fe_2O_3.

Scanned with OKEN Scanner

11. Se ard 30 kg carbon pur.

Se cere:

a) volumul de aer necesar arderii dacă 1/3 din carbon arde cu formare de CO_2 şi 2/3 din carbon ard cu formare de CO (aerul conţine 1/5 volume O_2);

b) volumul total al gazelor de ardere.

R. *a)* 186 m^3 aer; *b)* 56 m^3.

V. LEGILE GAZELOR IDEALE

V.1. LEGEA BOYLE—MARIOTTE

Legea compresibilităţii izoterme sau legea modificării stării unui gaz la temperatură constantă a fost descoperită independent de R. Boyle în 1669 şi de E. Mariotte în 1676.

Legea se enunţă astfel: presiunea exercitată de o cantitate de gaz, la temperatură constantă, este invers proporţională cu volumul ocupat de gaz.

Expresia matematică a legii este:

$$p = K/V \qquad (1)$$

în care K este o constantă a cărei valoare depinde de masa gazului şi de unităţile de măsură ale presiunii şi volumului adoptate.

Trecînd gazul de la starea p_0V_0 la diferite alte stări, la temperatură constantă, este valabilă relaţia:

$$p_0V_0 = P_1V_1 = p_2V_2 = \ldots = p_nV_n, \qquad (2)$$

ceea ce înseamnă că *produsul dintre presiune şi volum, la temperatură constantă, este constant* pentru toate stările prin care trece gazul la modificarea presiunii, respectiv a volumului.

În reprezentare grafică, izoterma $p - V$ reprezintă o hiperbolă echilateră ale cărei extremităţi tind asimptotic către cele două axe de coordonate (funcţie de tipul $y = a/x$) (fig. 1 şi 2).

Scanned with OKEN Scanner

O formă particulară a relaţiei (2) se obţine dacă în acea relaţie se înlocuieste volumul prin valoarea sa exprimată în funcţie de densitate (ρ):

$$\frac{\rho_1}{p_1} = \frac{\rho_2}{p_2} = \frac{\rho_3}{p_3} = \ldots = \frac{\rho_n}{p_n} = K. \qquad (3)$$

Relaţia (3) ne arată că la temperatură constantă, densitatea unui gaz este proporţională cu presiunea.

P atm	V l	pV l x atm
4	0,5	2
2	1	2
1	2	2
0,5	4	2

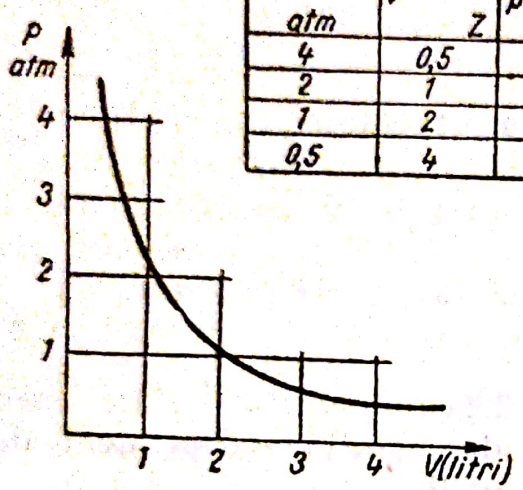


Fig. 1. Legea Boyle—Mariotte (izoterma unui gaz ideal).

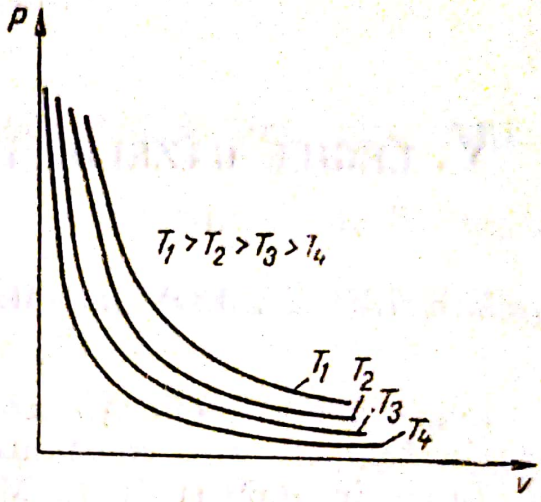


Fig. 2. Legea Boyle—Mariotte (izotermele unui gaz ideal, la mai multe temperaturi).

Probleme rezolvate

1. Dintr-un cilindru de oţel de 40 l capacitate, umplut cu gaz la 0 °C şi 150 atm, se scot 1 000 l gaz în condiţii normale[1]. Ce presiune va indica manometrul?

Rezolvare:

Se aduce gazul din cilindru la condiţii normale, folosind relaţia $p_1V_1 = p_2V_2$ sau înlocuind

$$V_1 = \frac{150 \times 40}{1} = 6\,000 \text{ l}.$$

Scăzînd 1 000 l de gaz, cantitatea de gaz rămas (5 000 l) o introducem din nou în cilindru $p_3V_3 = p_4V_4$ sau înlocuind

$$p_4 = \frac{p_3V_3}{V_4} = \frac{1 \times 5\,000}{40} = 125 \text{ atm}.$$

[1] Condiţii normale: presiunea de 760 mm Hg şi temperatura de 0°C

Scanned with OKEN Scanner

2. Un cilindru de 30 l capacitate conține un gaz la 0 °C și 60 atm. În cilindru se mai introduc 1 200 l de gaz măsurat în condiții normale. Ce presiune va indica manomentrul?

Rezolvare:

a) se aduce gazul din cilindru la condiții normale

$$p_1V_1 = p_2V_2,$$

în care $p_1 = 1$ atm; $V_1 = x$; $p_2 = 60$ atm și $V_2 = 30$ l, de unde

$$V_1 = 1\,800 \text{ l};$$

b) cantitatea totală de gaz în condiții normale va fi

$$1\,800 + 1\,200 = 3\,000 \text{ l};$$

c) introducînd cei 3 000 l în cilindru, rezultă

$$p_1V_1 = p_2V_2,$$

în care $p_1 = 1$ atm, $V_1 = 3\,000$ l, $p_2 = x$ și $V_2 = 30$ l, de unde

$$p_2 = 100 \text{ atm}.$$

Deci manometrul va indica 100 atm.

3. Într-un tub de oțel se găsesc 33 kg metan ($\rho_{CH_4} = 0{,}71$ g/l) la o presiune de 60 atm. Se consumă o parte din metan și presiunea scade la 20 atm. Să se determine cantitatea de metan rămasă în cilindru și volumul de metan consumat.

Rezolvare:

a) se aplică relația:

$$p_1 \cdot \frac{1}{m_1} = p_2 \cdot \frac{1}{m_2},$$

în care: $p_1 = 60$ atm; $m_1 = 33$ kg, $p_2 = 20$ atm și $m_2 = x$, cantitatea de gaz rămasă în tub: $m_2 = 11$ kg metan;

b) din tub s-au consumat: $33 - 11 = 22$ kg metan;

c) volumul metanului consumat: $22 : 0{,}71 = 30{,}7$ m³ sau prin legea lui Avogadro:

$$\frac{22 \cdot 22{,}4}{16} = 30{,}7.$$

4. Ce volum ocupă 160 g de oxigen la 0°C și 5 atm ($\rho_{O_2} = 1{,}42$ g/l)?

Rezolvare:

a) cele 160 g O_2 vor ocupa, în condiții normale, un volum de:

$$160 : 1{,}42 = 112 \text{ l};$$

b) se aduc cei 112 l de oxigen la 5 atm;

$$p_1V_1 = p_2V_2,$$

în care: $p_1 = 1$ atm; $V_1 = 112$ l; $p_2 = 5$ atm și $V_2 = x$, de unde $V_2 = 22{,}4$ l.

Deci 160 g oxigen vor ocupa la 0 °C și 5 atm un volum de 22,4 l.

Scanned with OKEN Scanner

5. Un cilindru de oţel de 40 l capacitate conţine un gaz la 150 atm. Cîţi litri de gaz trebuie să se scoată, în condiţii normale, pentru ca presiunea în cilindru să fie de 2 atm?

Rezolvare:

Gazul din cilindru trebuie adus la condiţii normale de două ori: o dată de la 150 atm şi a doua oară de la 2 atm. Diferenţa va fi cantitatea de gaz ce trebuie scoasă din cilindru

$$p_1 v_1 = p_2 v_2;$$

$$v_1 = \frac{p_2 v_2}{p_1} = \frac{150 \cdot 40}{1} = 6\,000 \text{ l};$$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2;$$

$$v_1 = \frac{p_2 v_2}{p_1} = \frac{2 \cdot 40}{1} = 80 \text{ l}.$$

$$6\,000 - 80 = 5\,920 \text{ l}.$$

Probleme propuse

1. Într-o operaţie de sudură se consumă acetilenă dintr-un tub cu o capacitate de 40 l şi cu presiunea de 150 atm. La sfîrşitul operaţiei se constată că presiunea a scăzut la 80 atm.

Considerînd că acetilena este un gaz perfect şi că temperatura s-a menţinut constantă în timpul sudurii, să se calculeze volumul de acetilenă consumat.

2. Dintr-un cilindru de oţel de 40 l capacitate, plin cu oxigen la 0°C şi 100 atm se scot 1 500 l de gaz în condiţii normale. Care va fi presiunea gazului rămas în cilindru?

R. 62,5 atm.

3. Oxigenul aflat într-un tub de 20 l la 120 atm se consumă pentru combustii în bomba calorimetrică. Pentru cîte combustii va ajunge oxigenul, dacă volumul bombei calorimetrice este de 350 ml, iar presiunea necesară în timpul combustiei este de 25 atm?

R. 217 combustii.

4. Într-un tub se găsesc 12 kg oxigen la 120 atm.
Folosind o parte din gaz, presiunea a scăzut la 30 atm.
Ce cantitate de gaz a rămas în cilindru?

R. 3 kg.

Scanned with OKEN Scanner

5. Dintr-un cilindru de 40 l capacitate, în care se găsesc 40 kg Cl_2 la 8 atm se scot 10 kg clor. Ce presiune va avea gazul rămas în cilindru?

R. 6 atm.

6. Un balon de 8 l capacitate, umplut cu un gaz la 6 atm, este pus în legătură cu un alt vas fără aer. Presiunea finală este de 2 atm. Care este capacitatea vasului gol unit cu balonul?

(Indicație: volumul final este $8\,l + x$.)

R. 16 l.

7. Ce volum ocupă 65 g aer la 730 mm Hg și 0 °C ($\rho_{aer} = 1{,}293 g/l$)? (*Indicație:* se utilizează relația $v = \frac{m}{\rho}$).

R. ~ 52 l.

8. La o temperatură oarecare, presiunea gazului care ocupă un volum de 3 l este egală cu 700 mm Hg. Care va fi presiunea gazului dacă, menținînd temperatura constantă, se micșorează volumul pînă la 2,8 l?

R. 750 mm Hg.

9. Presiunea unui gaz care ocupă un volum de 2,5 l este 1,2 atm. Care va fi presiunea dacă, menținînd temperatura constantă, se comprimă gazul pînă la volumul de 1 l?

R. = 3 atm.

10. O cantitate oarecare de gaz la presiunea de 2 atm ocupă un volum de 30 l. La ce presiune trebuie să se comprime gazul la temperatură constantă, pentru ca volumul să devină 25 l?

R. = 2,4 atm.

11. Un gram de aer în condiții normale ocupă un volum de 773 ml. Ce volum va ocupa aceeași cantitate de aer la 0° și 700 mm Hg?

R. = 839 ml.

12. Într-un recipient de oțel cu capacitatea de 12 l se găsește oxigen la presiunea de 150 atm și la 0 °C. Cîți litri de oxigen se obțin dintr-un astfel de recipient în condiții normale:

R. = 1 800 l.

Scanned with OKEN Scanner

V.2. LEGILE CHARLES—GAY-LUSSAC. ECUAȚIA DE STARE A GAZELOR IDEALE

V.2.a. LEGEA DILATABILITĂȚII IZOBARE

La presiune constantă, volumul unui gaz se mărește sau se micșorează, pentru fiecare grad de temperatură, cu 1/273 din volumul inițial[1] sau:

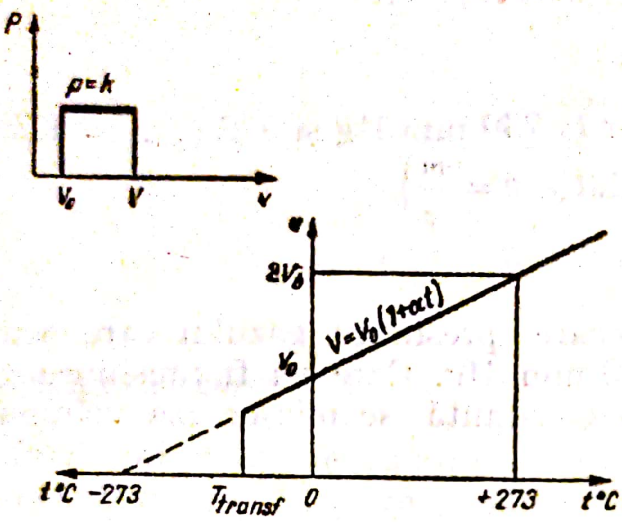


Fig. 3. Legea Charles—Gay-Lussac (izobara unui gaz ideal).

Coeficientul mediu de dilatare în volum al gazelor $[\alpha v)$, între două temperaturi și la presiune constantă, este independent de temperatură și de presiune.

Expresia matematică a acestei legi este:

$$V = V_0(1 + \alpha t), \tag{1}$$

în care: v_0 este volumul inițial; v este volumul la $t\,°C$; t este numărul de grade cu care se modifică starea gazului, iar α are valoarea 0,003667.

Trecînd gazul la o altă temperatură t_1 $(t_1 > t)$, creșterea absolută a volumului este dată de relația:

$$V_1 - V = V_0 \cdot \frac{t_1 - t}{273}, \tag{2}$$

[1] Observația că volumul unui gaz variază nu numai cu presiunea, ci și cu temperatura a fost făcută întîi de J. A. Charles (1787) și apoi de Gay-Lussac (1802), care a determinat și cantitățile cu care variază volumul unui gaz la schimbarea temperaturii.

Scanned with OKEN Scanner

iar creşterea relativă a volumului este dată de relaţia:

$$\frac{V_1}{V} = \frac{273 + t_1}{273 + t} = \frac{T_1}{T}, \qquad (3)$$

în care se arată că volumul unei mase de gaz este proporţional cu temperatura absolută.

Reprezentată grafic, ecuaţia (1) este o dreaptă ($y = mx + n$) (fig. 3).

O formă particulară a reacţiei (3) se obţine prin înlocuirea volumului cu densitatea:

$$\frac{\rho_1}{\rho} = \frac{T}{T_1},$$

care arată că densitatea unui gaz este proporţională cu temperatura absolută.

V.2.b. LEGEA DILATABILITĂŢII IZOCORE

La volum constant, presiunea unui gaz creşte sau descreşte, pentru fiecare grad de temperatură, cu 1/273 din presiunea iniţială, sau:

coeficientul termic al presiunii (β sau $\alpha_p = \alpha_v$), la volum constant este egal cu coeficientul de dilatare în volum al aceluiaşi gaz.

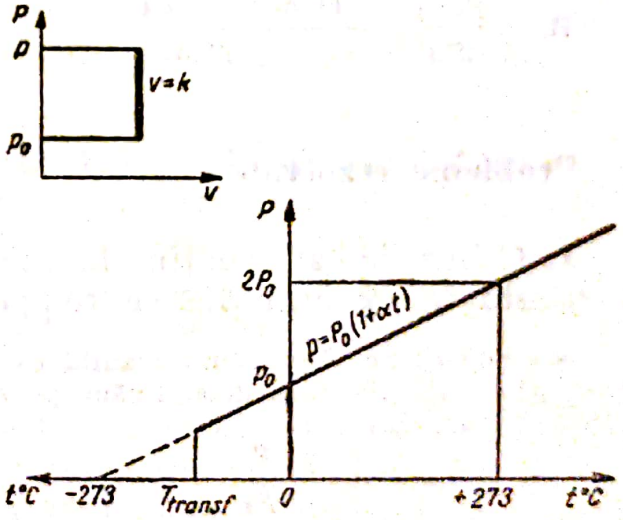


Fig. 4. Legea Charles — Gay-Lussac (izocora unui gaz ideal).

Expresia matematică a acestei legi este:

$$p = p_0(1 + \beta t), \qquad (4)$$

în care p_0 şi p sînt, respectiv, presiunea iniţială şi presiunea la temperatura t.

Reprezentarea grafică a relaţiei (4) este analogă cu aceea a legii precedente (fig. 4).

Scanned with OKEN Scanner

V.2.c. ECUAȚIA DE STARE A GAZELOR IDEALE

În cazul cînd cele trei mărimi ce caracterizează gazul — temperatura, presiunea și volumul — variază, concomitent este valabilă relația:

$$p \cdot V = p_0 \cdot V_0(1 + \alpha t). \qquad (5)$$

Această relație se mai poate scrie:

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273}(273 + t) \qquad (6)$$

sau

$$p \cdot V = R \cdot T.$$

Aceasta este ecuația de stare a gazelor și arată că produsul dintre presiunea și volumul unui gaz este proporțional cu temperatura absolută.

În relația (6), R se numește constanta generală a gazelor și are valorile[1]:

$$\mathbf{R.} = \frac{p_0 V_0}{273} = \frac{1 \text{ atm} \times 22{,}41}{273} = 0{,}082\ 1 \cdot \text{atm/grad} \cdot \text{mol}$$

sau:

$$\mathbf{R.} = \frac{p_0 V_0}{273} = \frac{760 \text{ mm} \times 22\,400 \text{ ml}}{2730} = 62\,400 \text{ ml} \cdot \text{mm/grad, mol.}$$

Probleme rezolvate

1. O butelie care conține hidrogen la 4 atm este construită pentru a rezista la 12 atm. La ce temperatură are loc explozia buteliei?

Rezolvare: Din enunț rezultă că volumul este constant și aplicăm relația: $p = p_0(1 + \beta t)$, din care determinăm pe t:

$$t = 273 \frac{p}{p_0} - 273 = 546°\text{C}; \text{ explodează la } t > 546°\text{C}.$$

2. Producția zilnică a unei uzine de oxigen este de 20 000 m³ de gaz redus la condiții normale. De cîte butelii de oțel are nevoie uzina în 24 de ore, dacă capacitatea buteliei este de 40 l, presiunea în butelie fiind 150 atm, iar temperatura la care se păstrează buteliile, 15°C?

---

[1] Vezi și V. 3. Ecuația Mendeleev — Clapeyron și V. 5. Legea lui Avogadro.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

Aducem cei 20 000 m³ de gaz la condițiile din butelie, folosind relația: $pV = p_0V_0(1 + \alpha t)$, de unde:

$$V = \frac{p_0V_0}{p} \cdot \frac{273 + 15}{273} = \frac{1 \times 20\,000\,000 \times 288}{150 \times 273} \cong 133\,333 \text{ l},$$

iar numărul necesar de butelii: 133 333 : 40 = 3 500 butelii.

Probleme propuse

1. Cu cîte grade trebuie încălzit un gaz care se găsește la 0°C, pentru ca: *a)* volumul său să crească de 2 ori; *b)* presiunea sa să crească de 5 ori?

R. 273°C; 1 092°C.

2. Care este volumul ocupat de vaporii de apă la 100° și 0,1 atm? (Indicație: se aplică ecuația de stare.)

R. 306 l.

3. Un recipient de 500 l se încarcă cu CO_2 la 27°C și 5 atm. Se cere:

a) cantitatea de $CaCO_3$ din care prin disociere termică totală se obține CO_2;

b) volumul recipientului în care încape CO_2 în condiții normale.

R. 10 kg $CaCO_3$; 2 270 l.

4. 7,13 kg NaCl se încălzesc cu H_2SO_4. Gazul rezultat se culege într-un recipient de 1 m³ capacitate. Se cere:

a) presiunea în recipient la 27°C;

b) temperatura maximă la care poate fi încălzit gazul, dacă recipientul este dimensionat pentru a rezista la 5 atm.

R. 3 atm; 210°C.

5. Prin tratarea FeS pure cu HCl rezultă 30 l de gaz măsurat la 10 atm și 27°C. Se cere:

a) volumul gazului la condiții normale;

b) cantitatea (moli) de FeS necesară în reacție.

R. 2 730 l H_2S; 10,65 kg FeS.

6. O cantitate de gaz ocupă la 17°C un volum de 580 ml. Ce volum va ocupa aceeași cantitate de gaz la 100°C, dacă presiunea rămîne neschimbată?

R. 746 ml.

Scanned with OKEN Scanner

7. Presiunea unui gaz la 21 °C ce se află închis, este de 840 mmHg. Pînă la ce temperatură trebuie răcit gazul, pentru ca presiunea lui să devină normală?

R. −7 °C.

8. Un recipient de oţel este umplut cu azot la 150 atm şi 18 °C. Presiunea limită prentru recipient este de 200 atm. La ce temperatură presiunea azotului va atinge această valoare?

R. 115 °C.

9. O uzină fabrică zilnic 186 kg Na_2O_2. Ce cantitate de Na metalic şi cîte butelii de O_2 cu capacitatea de 25 l sînt necesare pentru această fabricaţie, ştiind că O_2 se introduce în butelii la 150 atm şi 13 °C?

R. 109,7 kg Na; 15 butelii.

V.3. ECUAŢIA MENDELEEV—CLAPEYRON

Dacă ecuaţia de stare a gazelor ideale, $PV = RT$, se raportează la 1 mol de gaz, atunci poartă numele de ecuaţia Mendeleev—Clapeyron.

În cazul a n moli de gaz, ecuaţia devine:

$$PV = nRT. \qquad (1)$$

Numărul de moli este dat de raportul între masa gazului (m) şi masa lui moleculară (M); deci ecuaţia Mendeleev—Clapeyron poate fi scrisă în forma generală:

$$PV = \frac{m}{M} \cdot RT. \qquad (2)$$

Ecuaţia de stare a gazelor se foloseşte în calcule în cazul cînd presiunea şi temperatura gazului diferă de cele normale.

Din relaţia (2), dacă ţinem seama că $\rho = \frac{m}{V}$, obţinem:

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}, \qquad (3)$$

relaţia care arată că densitatea unui gaz este proporţională cu presiunea (v. şi legea Boyle—Mariotte) şi cu masa lui moleculară şi invers

Scanned with OKEN Scanner

proporţională cu temperatura absolută[1]) (v. şi legile Charles — Gay-Lussac).

Considerînd două gaze avînd masele moleculare M_1, respectiv M_2, la aceeaşi presiune şi temperatură, se poate scrie:

$$\rho_1 = \frac{PM_1}{RT} \quad \text{şi} \quad \rho_2 = \frac{PM_2}{RT}.$$

$$\text{Raportul } \rho_1/\rho_2 \text{ va fi: } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}, \tag{4}$$

relaţie care arată că raportul densităţilor a două gaze, aflate în aceleaşi condiţii de temperatură şi presiune, este egal cu raportul maselor lor moleculare (v. şi legea lui Avogadro).

Probleme rezolvate

1. Se cere masa moleculară a benzenului, ştiind că 600 ml din vaporii săi cîntăresc 1,3 g, la 87 °C şi 624 mm. (Indicaţie: V.2.c.)

Rezolvare:

Aplicînd relaţia $PV = \frac{m}{M} \cdot RT$ şi înlocuind, se poate scrie:

$$M_{C_6H_6} = \frac{mRT}{PV} = \frac{1{,}3 \times 62\,400 \times (273 + 87)}{624 \times 600} = 78,$$

sau:

$$M_{C_6H_6} = \frac{mRT}{PV} = \frac{1{,}3 \times 0{,}082 \times (273 + 87)}{\frac{624}{760} \times 0{,}6} = 78.$$

2. Să se calculeze masa a 1 m³ de bioxid de carbon la 27 °C şi 1,5 atm.

R. 2,683 kg.

---

[1] Folosim notaţiile:
ρ — densitatea, ca masă a unităţii de volum, exprimată în g/l,
d — densitatea relativă, ca număr dat de raportul dintre densitatea unui gaz şi densitatea unui gaz de referinţă,
ρ — greutatea specifică are aceeaşi valoare cu densitatea, numai că se exprimă în gf/l.

3. Cît cîntăreşte 1 m^3 de aer la 17 °C şi 624 mm Hg?

Rezolvare:

$$P.V. = \frac{m}{M} \cdot RT;\ m = \frac{PVM}{RT} = \frac{\frac{624}{760} \cdot 1\,000 \cdot 29}{62\,000 \cdot (273+17)} = 1 \text{ kg.}$$

Probleme propuse

1. 640 ml dintr-un gaz la 39 °C şi 741 mm Hg cîntăresc 1,73 g. Se cere masa moleculară a gazului.

R. 71 (este clorul).

2. Un gaz ocupă 380 ml, la 770 mm Hg şi 27 °C. Gazul cîntăreşte 0,5 g. Se cere masa moleculară a gazului.

R. 32 (este oxigenul).

3. Un balon de 650 ml, umplut cu oxigen la 27 °C, cîntăreşte 83,3 g. Balonul gol cîntăreşte 82,1 g. Se cere presiunea gazului.

R. 936 mm Hg.

4. 350 ml din vaporii de cloroform, la 91 °C, cîntăresc 1,34 g. Se cere presiunea vaporilor.

R. 728 mm Hg.

5. Să se determine numărul de moli de bioxid de carbon care se găseşte într-un balon de 200 l, la 15 °C şi 2,5 atm.

R. 21,5 moli.

6. Ce volum ocupă 1 kg de aer la 17 °C şi 1 atm?

R. 820 l.

7. Ce volum ocupă 80 g oxigen la 17 °C şi 1 atm?

R. 39,6 l.

8. Un amestec de gaze conţine azot şi hidrogen. Numărul de moli de azot este 2. Să se determine numărul de moli de hidrogen şi masa hidrogenului, dacă amestecul ocupă un volum de 20 l la 20 °C şi 3,2 atm.

R. 0,663 moli H_2, 1,34 g H_2.

Scanned with OKEN Scanner

9. Densitatea unui gaz este 5,37 g/l la 27 °C și 3 atm. Se cere:

a) masa moleculară a gazului;

b) volumul gazului în condiții normale, știind că masa gazului este 5,37 g. (Indicație: se folosește întîi relația $\frac{m}{v} = \rho$).

R. 44; 1 l.

V.4. LEGEA AMESTECURILOR DE GAZE (J. DALTON)

Această lege se referă la amestecurile de gaze care nu reacționează între ele și se enunță astfel:

la presiune constantă, volumul total al unui amestec de gaze este egal cu suma volumelor parțiale ale gazelor componente:

$$(p = \text{const.})\ V = V_1 + V_2 + \ldots + V_n \qquad (1)$$

sau:

La volum constant, presiunea totală a unui amestec de gaze este egală cu suma presiunilor parțiale ale gazelor componente:

$$(V = \text{const.})\ P = p_1 + p_2 + \ldots + p_n. \qquad (2)$$

În cazul general, cînd variază simultan și presiunea și volumul, legea este exprimată prin relația:

$$PV = p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2 + \ldots + p_n \cdot V_n. \qquad (3)$$

Din relația (2) și din legea Boyle—Mariotte s-a dedus că:

$$p_1 = V_1 \cdot P_1, \qquad (4)$$

ceea ce arată că presiunea parțială a unui gaz este dată de produsul dintre presiunea totală a amestecului și volumul parțial al gazului respectiv.

În sfîrșit, dacă se cunoaște compoziția în volume a amestecului de gaze și este necesară determinarea unei constante fizice a amestecului (densitate, căldură specifică, masă moleculară ș.a.), se folosește relația:

$$k = k_1 \cdot V_1 + k_2 \cdot V_2 + \cdots + k_n \cdot V_n, \qquad (5)$$

în care k este constanta fizică ce vrem să o determinăm.

Probleme rezolvate

1. Un amestec gazos are compoziția: $g_1 - 30\%$, $g_2 - 60\%$, $g_3 - 10\%$ și se găsește la presiunea de 10 atm. Se cer presiunile parțiale ale gazelor componente.

Rezolvare: Folosind relația $p_1 = v_1 P$ și înlocuind, se obține:

$$p_1 = 0{,}3 \times 10 = 3 \text{ atm};$$

$$p_2 = 0{,}6 \times 10 = 6 \text{ atm};$$

$$p_3 = 0{,}1 \times 10 = 1 \text{ atm}.$$

2. Să se calculeze ρ aer pe baza datelor de mai jos:

— *compoziția aerului*

	% vol	ρg/l
O_2	21	1,429
N_2	78	1,251
Ar	1	1,781

Rezolvare:

Aplicînd relația:

$$K = k_1 \cdot V_1 + k_2 \cdot V_2 + \ldots + k_n \cdot V_n$$

și înlocuind, obținem:

$$\rho_{aer}(K) = 1{,}429 \times 0{,}21 + 1{,}251 \times 0{,}78 + 1{,}781 \times 0{,}01 = 1{,}293 \text{ g/l}.$$

3. Într-un recipient de 3 l capacitate se introduc:

2 l H_2 la 5 atm;

4 l CO_2 la 4 atm;

3 l N_2 la 0,5 atm.

Se cere presiunea totală a amestecului.

Rezolvare:

Se aplică relația:

$$pV = p_1V_1 + p_2V_2 + p_3V_3$$

și înlocuind, se obține:

$$p = \frac{5 \times 2 + 4 \times 4 + 0{,}5 \times 3}{3} = 9 \text{ atm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Probleme propuse

1. Să se calculeze masa moleculară a aerului, pe baza compoziţiei sale în volume:

$O_2 = 21\%$	$\rho_{O_2} = 1{,}429$ g/l
$N_2 = 78\%$	$\rho_{N_2} = 1{,}251$ g/l
$Ar = 1\%$	$\rho_{Ar} = 1{,}781$ g/l

R. $M_{aer} = 29$.

2. Se amestecă 2 l de oxigen cu 4 l de bioxid de carbon. Presiunea amestecului este de 750 mm Hg. Se cere presiunea parţială a gazelor componente.

R. $p_{O_2} = 250$ mm Hg; $p_{CO_2} = 500$ mm Hg.

3. Aerul conţine $\simeq 21\%$ oxigen (în volume). Care este presiunea parţială a oxigenului în aer, în condiţii normale?

R. $p_{O_2} = 159{,}6$ mm Hg.

4. Un amestec de gaze conţine 2 l hidrogen la 700 mm şi 5 l metan la 840 mm. Se cer presiunile parţiale şi presiunea totală a amestecului.

R. 200 mm Hg şi 600 mm Hg.

5. Un amestec de gaze conţine NO şi NO_2. Se cere conţinutul volumetric al gazelor în amestec, dacă presiunile parţiale sînt $p_{NO} = 272$ mm Hg şi $p_{NO_2} = 528$ mm Hg.

R. 34% NO şi 66% NO_2.

6. Un amestec de gaze conţine: 82% N_2 (căldura specifică = 0,25 cal/g °C) 10% O_2 (căldura specifică = 0,22 cal/g °C) şi 80% SO_2 (căldura specifică = 0,15 cal/g °C). Se cere căldura specifică a amestecului de gaze.

R. 0,24 cal/g °C.

7. Două baloane cu oxigen, de 3 l şi de 4 l, sînt legate printr-o ţeavă cu robinet; cînd robinetul este închis, presiunea gazului în primul balon este de 420 mm Hg, iar în al doilea de 777 mm Hg. Se cere presiunea în cele două baboane, dacă se deschide robinetul.

R. 624 mm.

8. Un amestec de azot şi de oxigen se găseşte într-un rezervor de gaz, cu o capacitate de 5 l, la 20 °C. Presiunea parţială a oxigenului este de 0,5 atm iar cantitatea de azot aflată în rezervor este de

Scanned with OKEN Scanner

0,85 moli. Se cere presiunea amestecului de gaze. (Indicație: se determină p_{N_2} cu ajutorul ecuației Mendeleev—Clapeyron; (p_{N_2} = 4,084 atm).

R. 4,584 atm.

9. Într-un balon de 20 l capacitate se află 30 g oxigen și 25 g NH_3 la 15°C. Se cere presiunea parțială a fiecărui gaz. (Indicații: presiunile parțiale se determină cu ecuația Mendeleev — Clapeyron).

R. 1,108 atm și 1,730 atm.

10. Gazul de compoziția: CO = 30%, N_2 = 60% și H_2 = 10% se alfă la o presiune de 5 atm. Să se calculeze presiunea parțială a a fiecărui gaz component.

R. pCO = 1,5 atm; pN_2 = 3 atm și pH_2 = 0,5 atm.

11. Un amestec de gaze conține 30% CH_4 și 70% H_2; presiunea amestecului este de 800 mm Hg. Se cere presiunea parțială a gazelor componente.

R. $p \cdot CH_4$ = 240 mm Hg; $p \cdot H_2$ = 560 mm Hg.

12. Se amestecă 3 l CO_2 la 720 mm Hg cu 4 l O_2 la 810 mm Hg și cu 6 l N_2 la 680 mm Hg. Volumul amestecului este redus la 10 l. Se cere presiunea totală a amestecului de gaze.

R. 948 mm Hg.

13. Se amestecă 3 l N_2 la 720 mm Hg cu 2 l O_2. Se cere presiunea parțială a oxigenului.

R. 750 mm Hg.

14. 2 l O_2 se află la 756 mm Hg. Câți l N_2 (la aceeași presiune) trebuie adăugați oxigenului, pentru ca presiunea parțială a O_2 să fie de 630 mm Hg.

R. 0,4 l.

V. 5. LEGEA VOLUMELOR A LUI GAY-LUSSAC (1808) ȘI LEGEA LUI AVOGADRO (1811) — AMPÈRE (1814)

V.5.a. LEGEA VOLUMELOR

Această lege se referă la două sau mai multe gaze care reacționează între ele și stabilește că există un raport simplu între volumele de gaze intrate și cele ieșite din reacție. În general, dacă produsele rezultate din proces sînt tot gazoase, atunci reacția are loc cu contracție de volum.

Scanned with OKEN Scanner

Din studiul reacţiilor chimice care se supun acestei legi s-a stabilit că :

Tabela 1

Dacă gazele reactante participă în număr de volume	Raportul volumelor gazelor reactante	Exemple	Atunci	
			Raportul volumelor intrate şi al volumelor ieşite	Iar contracţia de volum
Egal	1 : 1	$H_2 + Cl_2$ 2HCl	1 : 1	0
Neegal	2 : 1	$2H_2 + O_2$ $2H_2O$	3 : 2	1/3
	3 : 1	$3H_2 + N_2$ 2NH	2 : 1	1/2

Legea lui Gay-Lussac a stat la baza formulării legii lui Avogadro.

V.5.b. LEGEA LUI AVOGADRO—AMPÈRE

Două volume egale de gaze identice sau diferite, puse în aceleaşi condiţii de presiune şi temperatură, conţin acelaşi număr de molecule.

Această lege stă la baza teoriei atomo-moleculare moderne; ea completează şi explică legea volumelor.

Legea lui Avogadro este importantă prin numeroasele ei consecinţe şi aplicaţii :

1) A dovedit monoatomicitatea moleculelor metalelor în stare de vapori şi biatomicitatea moleculelor unor gaze (H_2, O_2. N_2, F_2, Cl_2).

Tabela 2

Gazul	*Vm*
H_2	22,430 l
O_2	22,390 l
N_2	22,400 l
CO	22,440 l
CH_4	22,440 l
NH_3	22,390 l

2) A introdus *volumul gram-molecular* sau *volumul molar* (*Vm*) ca mărime a teoriei atomo-moleculare.

Volumul molar reprezintă volumul ocupat în condiţii normale de către un mol din orice gaz. S-a dovedit că :

1 mol H_2 (2g), 1 mol O_2 (32g), 1 mol N_2 (28g), 1 mol CH_4 (16g) 1 mol CO_2 (44g), etc. ocupă acelaşi volum în condiţii normale : $Vm = 22{,}41$ l.

N o t ă. 1 kmol din orice gaz, în condiţii normale, ocupă un volum de 22,41 m^3.

Scanned with OKEN Scanner

Volumul molar al oricărui gaz se determină prin calcul, împărțind masa unui mol de gaz *(g)* la densitatea *(ρ g/l)* a gazului: de exemplu, în cazul hidrogenului.

$$Vm_{H_2} = \frac{1 \text{ mol } H_2}{\rho H_2} = \frac{2}{0{,}09} \cong 22{,}41 \text{ l.}$$

3) *Numărul lui Avogadro (N)*, determinat de Joseph Loschmidt, este o altă mărime a teoriei atomo-moleculare introdusă de legea lui Avogadro.

Numărul lui Avogadro reprezintă:

— numărul de molecule cuprins în condiții normale, într-un volum molar din orice gaz, sau:

— numărul de molecule cuprins într-o moleculă-gram din orice substanță independent de temperatură, sau:

— numărul de atomi cuprins într-un atom-gram din orice element, independent de temperatură.

El are valoarea:

$$N \cong (6{,}02 + 0{,}0011) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Numărul lui Avogadro nu trebuie confundat cu numărul lui Loschmidt ($2{,}69 \times 10^{19}$ molecule. cm^{-3}), care reprezintă numărul de molecule cuprins în 1 ml de gaz ideal, în condiții normale.

Numărul lui Avogadro mai folosește la calcularea masei atomilor și moleculelor. De exemplu, un atom de hidrogen cîntărește:

$$\frac{1}{N} \cdot 1{,}0080 = 1{,}66 \cdot 10^{-24} \cdot 1{,}0080 = 1{,}67 \cdot 10^{-24} \text{g.}$$

De asemenea, numărul lui Avogadro folosește la determinarea prin calcul a dimensiunilor atomilor și moleculelor. De exemplu, în cazul sodiului (masa atomului = 22,997 și $\rho = 0{,}97$ g/ml,) volumul atomic este:

$$\frac{22{,}997}{0{,}97} \cong 23{,}7 \text{ ml,}$$

iar volumul unui atom de sodiu:

$$\frac{23{,}7}{N} = 3{,}9 \cdot 10^{-23} \text{ ml,}$$

ceea ce corespunde unei sfere de rază 1,86 Å. (Acest calcul mai dovedește că dimensiunile atomilor și moleculelor sînt de ordinul 10^{-8} cm.)

Scanned with OKEN Scanner

4) *Legea lui Avogadro și densitatea gazelor.*

Relația:

$$M = 29\ d, \tag{1}$$

în care:

M este masa moleculară a unui gaz;

d — densitatea gazului față de aer,

$29 = 22{,}41 \times 1{,}293$ — masa moleculară a aerului—este expresia matematică a legii lui Avogadro.

Această relație, sub forma: $M/d \cong 29$, arată că raportul dintre masa moleculară a unui gaz și densitatea lui față de aer este constant și independent de natura gazului.

Considerînd două gaze, de mase moleculare M_1 și M_2, și de mase g_1 și g_2, conținînd $n_1 = n_2$ molecule, putem scrie:

$$g_1 = n_1 \cdot M_1 \text{ și } g_2 = n_2 \cdot M_2.$$

Făcînd raportul $g_1 : g_2$, obținem:

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{M_1}{M_2}. \tag{2}$$

Această relație spune că (în condiția $n_1 = n_2$) raportul maselor a două gaze este egal cu raportul maselor lor moleculare sau: raportul maselor moleculare a două gaze este egal cu raportul densităților lor:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}. \tag{3}$$

Dar raportul $g_1 : g_2$ sau $\rho_1 : \rho_2$ reprezintă densitatea relativă a primului gaz față de cel de-al doilea:

$$d = \frac{M_1}{M_2} \text{ sau } M_1 = dM_2. \tag{4}$$

Dacă în relația (4), $M_2 = 2$ (H_2), atunci:

$$M_1 = 2d, \tag{5}$$

care arată că masa moleculară a unui gaz este egală cu dublul densității sale față de hidrogen. În cazul oxigenului: $M = 32\ d$, în cazul aerului $M = 29\ d$ etc. (v. și ecuația Mendeleev—Clapeyron).

Scanned with OKEN Scanner

Relaţia (1) conduce şi la o altă concluzie: $d = \frac{M}{29} > 1$, gazul este mai greu decît aerul; este exprimat în cazul CO_2:

$$d = \frac{M_{CO}}{M_{aer}} = \frac{44}{29} \cong 1{,}5,$$

$d = \frac{M}{29} < 1$ gazul este mai uşor decît aerul; de ex. gazul H_2, unde:

$$d = \frac{M_{H_2}}{M_{aer}} = \frac{2}{29} = 0{,}069$$

(raportul 29 : 2 = 14,5 ori arată de cîte ori aerul este mai greu decît hidrogenul).

Probleme rezolvate

1. Un mol de apă lichidă este trecut în stare de vapori. De cîte ori creşte volumul apei la trecerea ei în stare de vapori (în condiţii normale)?

Rezolvare:

Un mol de apă lichidă cîntăreşte 18 g şi ocupă un volum de 0,018 l. Un mol de apă vapori, în condiţii normale, ocupă un volum de 22,4 l. Rezultatul căutat este dat de raportul 22,4 : 0,018 = 1 200 ori.

2. Să se determine densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrogenului. Să se arate de cîte ori hidrogenul este mai uşor decît aerul.

Rezolvare:

a) 1 mol H_2O (22,4 l) . . . . . 2 g H_2
1 l . . . . . $x = 0{,}09$ g H_2,

sau:

$$\rho H_2 = 0{,}09 \text{ g/l};$$

b) $M = 29 \cdot d$; $d = \frac{M}{29} = \frac{2}{29} = 0{,}069$;

c) 29 : 2 = 14,5 ori.

3. Se dă compoziţia în volume a aerului; $O_2 \cong 21\%$ şi $N_2 \cong 79\%$. Să se determine compoziţia în % masă a aerului şi masa moleculară medie a aerului.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:
Considerăm 100 Vm_{aer} :

a) $21 \times 32 = 672$ g O_2 şi
$79 \times 28 = 2212$ g N_2;

b) $O_2\% = \frac{672}{672 + 2212} \cdot 100 = 23{,}2\%$;

$N_2\% = \frac{2212}{672 + 2212} \cdot 100 = 76{,}8\%$.

c) $Maer = \frac{21 \times 32 + 79 \times 28}{100} = 29$.

Notă. O altă metodă a fost indicată la legea amestecurilor de gaze (Dalton).

Probleme propuse

1. Să se determine formulele unor hidrocarburi, ştiind că la arderea a 1 *Vm* de hidrocarbură se obţine:

a) 1 *Vm* CO_2 şi 2 *Vm* H_2O vapori. R. CH_4.

b) 1 *Vm* CO_2 şi 1 *Vm* H_2O vapori. R. C_2H_2.

c) 1 *Vm* CO_2 şi 2 *Vm* H_2O vapori. R. C_2H_4.

2. Cîţi litri H_2O în stare de vapori şi cîţi litri CO_2 se obţin la arderea:

1 *Vm* CH_4 — R. 22,4 l CO_2, 44,8 l H_2O

0,5 *Vm* C_2H_2 — R. 22,4 l CO_2, 11,2 l H_2O.

5 *Vm* C_2H_2 — R. 224 l CO_2 şi 224 l H_2O.

0,05 *Vm* CO — R. 1,11 l CO_2.

8 *Vm* H_2 — R. 179,2 l H_2O.

0,1 *Vm* C_2H_2 — R. 4,48 l CO_2, 2,24 l H_2O.

3. Să se determine numărul de molecule din:

1 m^3 H_2 — R. $\frac{1\,000}{22{,}3} \cdot N$[1].

5 mol CO_2 — R. $5 \cdot N$.

1 l O_2 — R. $\frac{1}{22{,}4} \cdot N$.

0,2 l SO_2 — R. $\frac{0{,}2}{22{,}4} \cdot N$.

500 ml N_2 — R. $\frac{0{,}5}{22{,}4} \cdot N$.

10 l CH_4 — R. $\frac{10}{22{,}4} \cdot N$.

[1] N = numărul lui Avogadro.

Scanned with OKEN Scanner

4. Să se determine numărul de atomi din:

1 mol O_2	R. 2 N	0,01, moli H_2	R. 0,02 N.
0,005 kmol C	R. 50 N.	0,05 atom-gram Au	R. 0,05 N.
0,1 atom-gram Cu	R. 0,1 N.	0,2 atom-gram S	R. 0,2 N.

5. Să se determine masa absolută a atomilor de:

H	R. $1{,}67 \times 10^{-24}$ g.	Al	R. $44{,}7 \times 10^{-24}$ g.
O	R. $26{,}5 \times 10^{-24}$ g.	Ca	R. $66{,}5 \times 10^{-24}$ g.
N	R. $23{,}2 \times 10^{-24}$ g.	Fe	R. $92{,}6 \times 10^{-24}$ g.
Cl	R. $58{,}8 \times 10^{-24}$ g.	Cu	R. 105×10^{-24} g.

6. Să se determine raza atomilor elementelor de mai jos:

K	R. 2,38 Å.
Ca	R. 1,97 Å.
V	R. 1,35 Å.
Fe	R. 1,27 Å.
Cu	R. 1,28 Å.

N o t ă. Datele necesare se vor lua din tabele uzuale[1].

7. Cîte molecule-gram conţin 1 m^3 de gaz în condiţii normale?

R. 44,64 molecule-gram.

8. Să se determine volumul de hidrogen şi de oxigen în condiţii normale care rezultă la electroliza a 1 mol de apă lichidă?

R. 22,4 l H_2; 11,2 l O_2.

9. Să se determine volumul ocupat în condiţii normale de cantităţile de gaze de mai jos:

10 g H_2	R. 112 l.	88 g CO_2	R. 44,8 l.
16 g O_2	R. 11,2 l.	6,4 g SO_2	R. 2,24 l.
56 g N_2	R. 44,8 l.	1,6 g CH_4	R. 2,24 l.
35,5 g Cl_2	R. 11,2 l.	1,4 g C_2H_4	R. 1,12 l.
112 g CO	R. 89,6 l.	5,2 g C_2H_2	R. 4,48 l.

[1] *Tabele de calcul în chimia analitică*. Bucureşti, Editura tehnică, 1966.

Scanned with OKEN Scanner

10. Să se determine masa în condiţii normale, a cantităţilor de gaze de mai jos:

5,6 l H_2	R. 0,5 g.	1,12 l CO_2	R. 2,2 g.
11,2 l O_2	R. 16 g.	2,24 l SO_2	R. 6,4 g.
33,6 l N_2	R. 42 g.	4,48 l CH_4	R. 3,2 g.
44,8 l Cl_2	R. 142 g.	8,96 l C_2H_4	R. 11,2 g.
112 l CO	R. 142 g.	3,36 l C_2H_2	R. 39 g.

11. Să se determine densitatea şi densitatea faţă de aer a gazelor de mai jos:

O_2	R. 1,4 g/l şi 1,1.	CH_4	R. 0,7 g/l şi 0,55.
N_2	R. 1,25 g/l şi 0,9.	C_2H_2	R. 1,1 g/l şi 0,9.
Cl_2	R. 3,1 g/l şi 2,45.	C_2H_4	R. 1,25 g/l şi 0,9.
CO_2	R. 1,9 g/l şi 1,5.	C_2H_6	R. 1,3 g/l şi 1,03.
SO_2	R. 2,8 g/l şi 2,2.	CH_3O	R. 1,3 g/l şi 1,03.

12. Să se determine densitatea aerului pe baza compoziţiei sale în volume: $N_2 = 78{,}3\%$; $O_2 = 21\%$; $Ar = 0{,}94\%$; $CO_2 = 0{,}03\%$.

R. 1,29 g/l.

13. Să se determine masa moleculară medie a amestecurilor gazoase de mai jos:

a) 60% CO şi 40% H_2 — R. 17,60.
b) 42% CO_2 şi 58% N_2 — R. 34,72.

14. Densitatea faţă de aer a gazului de iluminat este 0,4. Cît cîntăreşte 1 m^3 gaz de iluminat în condiţii normale?

R. ≅ 510 g.

15. Să se determine masa moleculară a amoniacului, cunoscînd densitatea sa faţă de aer (0,59).

R. 17.

16. Densitatea clorului lichid este 1,5 g/ml. Cîţi litri de clor gazos în condiţii normale se obţin din 80 ml clor lichid?

R. 37,9 l clor gazos.

Scanned with OKEN Scanner

17. Să se determine formula substanței organice care conține:

$$64{,}87\%C;\quad 21{,}62\%O_2;\quad 13{,}51\%H_2$$

știind că densitatea vaporilor ei față de aer este 2,56.

R. $C_4H_{10}O$.

18. Să se calculeze: compoziția procentuală, densitatea față de aer și față de hidrogen a substanței gazoase P_2H_4.

R. 93,9%P; 6,07%H_2; $\rho = 2{,}95$ g/l; $d_{aer} = 2{,}27$; $d_{H_2} = 33$.

19. O combinație gazoasă conține 42,86%C și 57,14%O_2. Densitatea acestui gaz față de clor este 0,396. Să se determine formula substanței și densitatea ei față de aer.

R. CO; 0,96.

20. Să se arate raporturile volumetrice dintre substanțele care reacționează și dintre produsele rezultate. știind că:

reacționează:	*rezultă:*	
a) NH_3 și Cl_2	HCl și N_2	**R.** 2 : 3 și 6 : 1.
b) NH_3 și O_2	NO și H_2O	**R.** 4 : 5 și 2 : 3.
c) H_2S și O_2	SO_2 și H_2O	**R.** 2 : 3 și 1 : 1.
d) C_2H_2 și O_2	CO_2 și H_2O	**R.** 2 : 5 și 2 : 1.
e) C_2H_4 și O_2	CO_2 și H_2O	**R.** 1 : 3 și 1 : 1.

21. Să se determine volumul gram-molecular al gazelor de mai jos pe baza datelor:

H_2	$\rho = 0{,}0899$ g/l	CO	$\rho = 1{,}25$ g/l
O_2	$\rho = 1{,}429$ g/l	CH_4	$\rho = 0{,}71$ g/l
N_2	$\rho = 1{,}25$ g/l	SO_2	$\rho = 2{,}83$ g/l
aer	$\rho = 1{,}293$ g/l	Cl_2	$\rho = 3{,}214$ g/l

R. La toate 22,4 l.

22. Cîte molecule conține 1 cm^3 de apă lichidă la 4°C.

R. $3{,}3 \cdot 10$ molecule.

23. Să se determine masa moleculară și densitatea metanului știind că 336 cm^3 în condiții normale cîntăresc 0,24 g.

R. 16; 0,71 g/l.

Scanned with OKEN Scanner

24. Un amestec de 100 cm^3 CH_4 și 100 cm^3 O_2 a fost aprins. Să se determine volumul de gaz care nu a reacționat.

R. Metan 50 cm^3.

25. Să se determine masa moleculară medie a unui amestec format din 42% CO_2 și 58% azot.

(*Indicație*: $\frac{42 \times 44 + 58 \times 28}{100} = 34{,}72$; sau se aplică legea lui Dalton.)

R. 34,72.

VI. PROBLEME GENERALE ÎN LEGĂTURĂ CU MĂRIMILE FUNDAMENTALE ALE TEORIEI ATOMO-MOLECULARE CU LEGILE FUNDAMENTALE ALE CHIMIEI ȘI LEGILE GAZELOR

VI.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Dintr-un amestec de 60 g $NaHCO_3$ și $KHCO_3$ se obțin la calcinare 7,147 l CO_2 în condiții normale. Care a fost compoziția amestecului? Câți moli $Ca(OH)_2$ absorb CO_2 rezultat?

Rezolvare:

a) $2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

$2KHCO_3 = K_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

Se notează masa $NaHCO_3$ cu x; masa $KHCO_3$ (y) va fi $60 - x$;

b) $2 \cdot 84$ g $NaHCO_3$ . . . . . 22,4 l CO_2

x g $NaHCO_3$ . . . . . $z = 0{,}133\ x$ l CO_2

c) $2 \cdot 100$ g $KHCO_3$ . . . . . 22,4 l CO_2

$60 - x$ . . . . . $z' = 0{,}112\ (60 - x)$

d) Ținînd seamă că:

$$z + z' = 7{,}147,$$

se determină $x = 20$ g $NaHCO_3$ și $y = 40$ g $KHCO_3$.

de unde:

$$\frac{100 \cdot 20}{60} = 33{,}3\%\ NaHCO_3 \text{ și } \frac{100 \cdot 40}{60} = 66{,}7\%\ KHCO_3$$

e) din ecuația $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$ se determină:

$$\frac{7{,}147}{22{,}4} = 0{,}319 \text{ moli} = 23{,}61 \text{ g } Ca(OH)_2$$

2. Se ard 2 g dintr-un mineral și se obțin 2 g SO_2 și 1,2 g Fe_2O_3. Se cere:

a) conținutul % în S, Fe și impurități din mineral;

b) formula combinației pe care o conține mineralul.

Rezolvare:

a) 64 g SO_2 . . . . . 32 g S
2 g SO_2 . . . . . x = 1 g S, deci 50%
160 g Fe_2O_3 . . . . . 112 g Fe
1,2 . . . . . x = 0,84 g Fe

1 — 0,84 = 0,16 g impurități

2 g mineral . . . . . 0,84 g Fe . . . . . 0,16 g impurități
100. . . . . x = 42% . . . . . y = 8%.

b) Fe_xS_y
$Fe_x = 0{,}84$
$S_y = 1$

$x = 0{,}015$,
$y = 0{,}03$.
FeS_2

3. 7,8 g amalgam de potasiu reacționează cu apa și formează o soluție alcalină care neutralizează 6,3 g acid azotic. Se cere conținutul procentual al potasiului în amalgam și volumul gazului degajat.

Rezolvare:

a) $KOH + HNO_3 = KNO_3 + H_2O$

56 g KOH . . . . . 63 g HNO_3
5,6 g KOH . . . . . x = 6,3 g HNO_3
7,8 g amalgam . . . . . 3,9 g K
100. . . . . x = 50%K

b) 39 g K . . . . . 11,2 l H_2,
3,9 . . . . . x = 1,12 l H_2

4. La trecerea peste cupru incandescent a unui curent de aer (lipsit de bioxid de carbon) se obțin 18,4 g oxid cupric și 9 910 ml de azot. Pe baza acestor date să se exprime compoziția volumetrică a aerului.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

$$Cu + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CuO$$

79 g CuO . . . . . 11,2 l O_2
18,4 . . . . . x = 2,607 l oxigen

2,607 + 9,910 = 12,517 l aer.

12,517 l aer . . . . . 2,607 l O_2 . . . . . 9,91 l N_2
100 . . . . . x . . . . . y

x = 20,8% O_2;
y = 79,2% N_2.

5. Se dau 20 kmoli substanţă organică cu compoziţia 40,01% C, 6,67% H, restul oxigen. Se cere:

a) cantitatea de soluţie 40% ce se obţine prin dizolvarea ei în apă;

b) densitatea substanţei organice la 27 °C şi 2 atm.

Rezolvare:

100 − (40,01 + 6,67) = 53,32% O_2.

Formula substanţei; $C_xH_yO_z$, unde C_x = 40,01; H_y = 6,67; O_z = 53,32; x = 3,33; y = 6,67, z = 3,33.

Se împarte prin 3,33. Formula substanţei va fi: CH_2O

40 kg CH_2O . . . . . 100 kg 40%
20 · 30 . . . . . x = 1 500 kg soluţie 40%

$$P = \frac{\rho RT}{M}; \qquad \rho = \frac{PM}{RT} = \frac{2 \cdot 30}{0{,}082 \cdot 300} = 2{,}44.$$

6. O anumită cantitate dintr-un aliaj de cupru şi aluminiu este tratată cu acid sulfuric diluat. Se obţin 18 g $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$.

Reziduul, adică cuprul, este dizolvat în acid azotic şi se obţin 27 g azotat de cupru, $Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. Să se calculeze compoziţia procentuală a aliajului.

Rezolvare:

a) 666 g $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ . . . . . 54 g Al
18 g $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ . . . . . x = 1,45 g Al;

b) 295,6 g $Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ . . . . . 63,6 g Cu
27 g $Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ . . . . . x = 5,80 g Cu;

c) 1,45 + 5,80 = 7,25 g aliaj;

d) $\frac{1{,}45 \cdot 100}{7{,}25}$ = 20% Al;

100 − 20 = 80% Cu.

Scanned with OKEN Scanner

7. Printr-o soluție diluată de acid sulfuric în care se găsesc resturi de cupru, s-a trecut un curent de aer. Cîți m^3 de oxigen au intrat în reacție, dacă s-au obținut 500 kg de sulfat de cupru cristalizat.

Rezolvare:

$$H_2SO_3 + Cu + 1/2\ O_2 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$$

$CuSO_4$ cristalizează cu $5H_2O$

Cantitatea de $CuSO_4$ care corespunde la 500 kg $CuSO_4 \cdot 5H_2O$:

250 kg $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . . . . . 160 kg $CuSO_4$
500. . . . . $x = 320$ kg $CuSO_4$.

Oxigenul intrat în reacție:

160 kg $CuSO_4$ . . . . . 11,2 m^3 O_2
320 kg $CuSO_4$ . . . . . $y = 22,4$ m^3 O_2.

8. Un minereu conține 10% sulf. La determinarea sulfului s-au găsit însă numai 9,9% sulf. Greșeala se datorește faptului că la calcinarea sulfatului de bariu filtrat, o parte din sulfat a fost redusă de hîrtia de filtru în sulfură. Să se calculeze procentual partea de sulfat de bariu redusă la sulfură.

Rezolvare:

a) Cantitatea de $BaSO_4$ obținută din 10 g sulf lucrîndu-se fără pierderi:

32 g S . . . . . 233,4 g $BaSO_4$
10 g S . . . . . $x = 72,94$ g $BaSO_4$

b) Cantitatea de precipitat obținută ținînd seama de pierderi:

32 g S . . . . . 233,4 g $BaSO_4$
9,9 g S . . . . . $x = 72,21$ g $BaSO_4$

c) Pierderea 72,94 — 72,2 = 0,74 g corespunde masei oxigenului (lipsă), deoarece 1 mol de $BaSO_4$ are 4 atomi de oxigen în plus față de 1 mol de BaS.

d) Cantitatea de sulfat de bariu redusă:

4 · 16 g O_2 . . . . . 233,4 g $BaSO_4$
0,74 g O_2 . . . . . $x = 2,66$ g $BaSO_4$

și procentual:

$$\frac{2,66 \cdot 100}{72,94} = 3,65\%.$$

9. Un convertizor Bessemer este încărcat cu 9 000 kg fontă cu 3,2% carbon. Cîți metri cubi aer, conținînd 21% oxigen, la 27 °C

Scanned with OKEN Scanner

și 760 mm, sînt necesari pentru oxidarea a 90,62% din carbon, dacă o treime arde pînă la bioxid de carbon și restul la oxid de carbon?

Rezolvare:

a) $\frac{9\,000 \cdot 3,2}{100} = 288$ kg C din care se oxidează 261 kg;

b) $C + O_2 \rightarrow CO_2$
$2C + O_2 \rightarrow 2CO$;

c) 12 kg C . . . . . 22,4 m³ O_2

$\frac{261}{3}$ kg C . . . . . $x = 162,4$ m³ O_2 la formarea CO_2;

d) 12 kg C . . . . . 11,2 m³ O_2

$\frac{2 \cdot 261}{3}$ kg C . . . . . $x = 162,4$ m³ O_2 la formarea CO,

e) $162,4 \times 2 = 324,8$ m³ O_2 total;

f) $\frac{324,8 \times 100}{21} = 1\,547$ m³ aer (în c.n.),

g) $V_1 = \frac{V_0 T_1}{T_0} = \frac{1\,547 \cdot 300}{273} = 1\,700$ m³ aer.

10. Un anumit „oxid de metal" se poate considera că e constituit din doi oxizi *A* și *B* ai aceluiași metal. În *A* metalul e bivalent, iar în *B* e tetravalent. Dacă se reduce o anumită cantitate din „oxidul de metal" (prin calcinare în curent de hidrogen), oxidul *B* e transformat în metal, iar oxidul *A* rămîne neschimbat. Masa oxidului de metal scade cu 0,15 g. Dacă se ia o aceeași cantitate din „oxidul de metal" și se tratează cu acid sulfuric diluat, este atacat numai oxidul *A*, care trece în sulfat insolubil. Prin aceasta masa „oxidului de metal" crește cu 0,75 g. În ce proporție moleculară au fost conținuți oxizii *A* și *B* în „oxidul de metal"?

Rezolvare:

Se înseamnă simbolul metalului cu Me. Oxidul *A* și oxidul *B* vor fi: MeO și MeO_2, iar formula „oxidului de metal" xMeO $y$$MeO_2$, deci: $\frac{x}{y}$ reprezintă raportul molecular căutat.

Prin reducere „oxidul de metal" pierde la 1 mol 2 y atomi-gram de oxigen, ceea ce se exprimă:

$$2yO \longleftrightarrow 0,15 \text{ g.}$$

Prin tratare cu acid sulfuric diluat, se formează la un mol de „oxid" x moli $MeSO_4$, de unde rezultă o creștere a masei cu x moli SO_3, ceea ce se exprimă:

$$xSO_3 \longleftrightarrow 0,75 \text{ g.}$$

Scanned with OKEN Scanner

Atunci:

$$\frac{2\,yO}{x\,SO_3} = \frac{0{,}15}{0{,}75},$$

de unde:

$$\frac{y}{x} = \frac{0{,}15 \cdot 80}{2 \cdot 16 \cdot 0{,}75},$$

$$\frac{y}{x} = \frac{1}{2}.$$

Oxidul va fi deci $2\,MeO \cdot MeO_2$

11. În reacţia dintre 108 g metal trivalent şi HCl rezultă 134,4 l gaz măsurat în condiţii normale.

Se cere:

a) echivalentul şi masa atomică a metalului;

b) cantitatea de soluţie 36,5% de HCl necesară;

c) volumul de H_2 şi Cl_2 folosit pentru prepararea prin sinteză a HCl necesar.

Rezolvare:

a) $2Me + 6HCl \rightarrow 2MeCl_3 + 3H_2$

A Me	$1{,}5 \cdot 22{,}4$ l H_2
134,4 l H_2	108 g Me
$1{,}5 \cdot 22{,}4$ l H_2	$A = 27$

$$E = \frac{A}{Val} = \frac{27}{3} = 9,$$

b)

$3 \cdot 22{,}4$ l H_2	$6 \cdot 36{,}5$ g HCl
134,4	$x = 438$ g HCl
100 g sol HCl 36,5%	36,5 g HCl
$y = 1\,200$ g soluţie	438.

c) 438 g HCl : 36,5 = 12 moli

1 mol HCl	11,2 l $H_2(Cl_2)$
12 moli	$x =$ 134,4 l $H_2(Cl_2)$

12. Masa moleculară a unei substanţe gazoase este 30. Formula ei cea mai simplă e CH_3, iar greutatea specifică la 27 °C, 3 g/l.

Se cere:

a) presiunea gazului în condiţiile problemei;

b) formula substanţei;

c) volumul de O_2 în condiţii normale care se consumă la arderea a 10 kmoli din substanţă.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

a) $P = \frac{\rho RT}{M}$ derivă de la $VP = nRT$; $n = \frac{m}{M}$;

$$VP = \frac{m}{M} RT;$$

$$P = \frac{m}{V} \frac{RT}{M} = \rho \frac{RT}{M}.$$

R. = 0,082 l · atm/grad. mol.
R. = 62 400 ml. mm/grad mol.

$$P = \frac{3 \cdot 0{,}082 \cdot 300}{30} = 2{,}46 \text{ atm}$$

b) $(CH_3)_n = 30$;
$15\ n = 30$;
$n = 2$.

Formula substanței va fi:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

c) $\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array} + 7/2\ O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

$$\frac{70}{2} \times 22{,}4 = 70 \cdot 11{,}2 = 784 \text{ m}^3 \text{ oxigen.}$$

13. Să se stabilească formula moleculară a acidului butiric, știind că el conține: 54,5% C; 36,4% O_2 și 9,1% H_2 și că densitatea vaporilor lui în raport cu H_2 este 44.

Rezolvare:

Formula va fi de forma: $C_xO_yH_z$

$C_x = 54{,}5$	$x = 4{,}54$	2
$O_y = 36{,}4$	$y = 2{,}27$	1
$H_z = 9{,}1$	$z = 9{,}1$	4

Formula cea mai simplă este: $C_2O_1H_4$

$M = d/H_2 \cdot M_H = 44 \times 2 = 88$.

Deci formula (reală) moleculară este: $(C_2O_1H_4)_2 = C_4O_2H_8$

Scanned with OKEN Scanner

VI.2. PROBLEME PROPUSE

1. Prin reacţia fierului incandescent asupra vaporilor de apă se obţine oxid de fier (Fe_3O_4) şi hidrogen.

Se cer:

a) cantităţile de Fe şi vapori de apă necesare obţinerii a 20 m^3 hidrogen;

b) compoziţia oxidului salin de fier (în procente de masă).

R. *a)* 37,5 kg Fe; 20 m^3 apă; 16 kg apă; *b)* 72,4% Fe; 27,6% O_2

2. Prin prăjirea unei pirite de 80% puritate, se obţin 160 kg oxid feric şi 89,6 m^3 bioxid de sulf. Se cere conţinutul procentual de fier, sulf şi de impurităţi din mineralul dat.

R. 37,3% Fe; 42,6% S; 20% impurităţi.

3. O substanţă gazoasă are compoziţia 88,89% C şi 11,11% H_2, iar densitatea ei faţă de aer este 1,8622.

Se cere:

a) masa moleculară a substanţei;

b) formula brută şi formula reală a substanţei.

R. *a)* ~ 54; *b)* C_2H_3; C_4H_6

4. Prin reacţia dintre C incandescent şi vaporii de apă rezultă un amestec gazos numit gaz de apă.

Se cere:

a) cantitatea de gaz de apă ce se obţine din 100 kg cărbune de 80% puritate;

b) cantitatea (cm^3) de alcool metilic ($\rho = 0{,}8$ g/cm^3) ce se poate obţine cu CO de la punctul *a)*;

c) cantitatea de eter metilic ce se poate obţine din alcoolul metilic de la punctul *b)*.

R. 200 kg gaz de apă; 266 666 cm^3 alcool metilic; 153,3 kg eter metilic.

5. Oxigenul rezultat prin descompunerea termică a 100 g $KClO_3$ este pus în contact cu 50 l hidrogen în condiţii normale.

Se cere:

a) cantitatea de oxigen (în g şi l) rezultată din descompunerea $KClO_3$ dat;

b) cantitatea şi volumul de oxigen care leagă hidrogenul dat şi numărul de moli de apă ce rezultă din reacţie;

Scanned with OKEN Scanner

c) compoziția finală a amestecului gazos.

R. *a)* 39,18 g și 27,5 l O_2; *b)* 35,71 g și 25 l O_2 și 40 g H_2O = 2,33 moli; *c)* 50 l H_2O în stare de vapori și 2,5 l O_2

6. Carbidul se obține în cuptorul electric din var și cărbune. Se cere:

a) cantitatea de carbură de calciu ce se poate obține din 1 tonă de var de 90% puritate;

b) cantitatea (în m^3) de C_2H_2 ce rezultă prin reacția carburii de calciu de la punctul *a)* cu apa;

c) cantitatea de benzen (în m^3) ce se poate fabrica cu C_2H_2 de la punctul *b)* (ρ $C_6H_6 = 0,9$ g/cm^3), dacă randamentul reacției este de 80%.

R. *a)* 1028,6 kg CaC_2; *b)* 360 m^3 C_2H_2; *c)* 0,3714 m^3 C_6H_6

7. Din analiza unui minereu de cupru s-a obținut 2,1% Cu sub formă de calcopirită ($CuFeS_2$)

Se cere conținutul procentual de calcopirită în minereu.

R. 6,10%.

8. O cantitate de 1 000 kg var nestins cu un conținut de 90% CaO se utilizează pentru fabricarea carburii de calciu.

Se cere să se calculeze:

a) cîte kg de cocs sînt necesare pentru transformarea varului în carbid, cunoscînd că în cocs sînt 95% C care reacționează și considerînd că întreaga cantitate de CaO se transformă în carbid?

b) ce cantitate de CaC_2 și ce volum de CO rezultă?

c) dacă se utilizează carbidul la fabricarea acetilenei, cîți m^3 de acetilenă rezultă?

d) dacă se utilizează carbidul la fabricarea cianamidei de calciu, ce volum de azot (în m^3) se consumă și cîtă cianamidă rezultă, considerînd că reacția e totală.

R. *a)* 609 kg cocs; *b)* 1 028,6 kg CaC_2 și 360 m^3 CO; *c)* 360 m^3 C_2H_2; *d)* 360 m^3 N_2 și 1 286 kg $CaCN_2$.

9. O substanță anorganică *A* ce conține: N : H = 14 : 3 reacționează cu un acid și rezultă o altă substanță *B* cu compoziția: N = 35%; H = 5%; O = 60%.

Se cere:

a) să se calculeze volumul substanței *A* utilizată știind că se obțin 128 kg substanță *B* cînd $\eta = 80\%$;

Scanned with OKEN Scanner

b) să se arate prin reacţii obţinerea substanţei *A* în laborator şi în industrie;

c) să se calculeze densitatea substanţei *A*; de cîte ori substanţa *A* este mai uşoară decît aerul.

R. *a)* 44,8 m³ NH_3

b) în laborator: $2NH_4Cl + CaO = CaCl_2 + 2NH_3 + H_2O$

$NH_4Cl + NaOH = NaCl + NH_3 + H_2O$

$(NH_4)_2CO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2NH_3 + CO_2 + H_2O$;

în industrie: $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} CaO + CO_2$

$CaO + 3C = CaC_2 + CO$

$CaC_2 + N_2 = CaCN_2 + C$

$CaCN_2 + 3H_2O = 2NH_3 + CaCO_3$

$N_2 + 3H_2 \underset{\text{cataliz.}}{\overset{500^\circ;\ 300\ atm}{\rightleftharpoons}} 2NH_3 + 22{,}1\ kcal,$

c) $\rho = 0{,}75$ g/l şi 1,7 ori.

10. $KMnO_4$ oxidează în mediu acid potrivit reacţii:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O + 5O.$$

Avînd la dispoziţie 10 kilomoli $KMnO_4$, să se calculeze;

a) volumul, densitatea şi densitatea faţă de aer a oxigenului rezultat;

b) cantitatea de apă ce rezultă;

c) cantitatea de HCl care poate fi oxdată cu oxigenul de la punctul *a)* şi cantitatea de clor rezultată.

R. *a)* 280 m³ O_2; 1,4 g/l; 1,1; *b)* 270 kg H_2O; *c)* 1825 kg HCl şi 1775 kg Cl_2

11. Reacţionează 230 kg dolomită (amestec echimolecular de $CaCO_3$ şi $MgCO_3$) cu un exces de soluţie de acid clorhidric şi se obţin 44,8 m³ CO_2.

Se cer:

a) procentele de impurităţi din dolomită;

b) compoziţia procentuală a amestecului de $CaCO_3$ şi $MgCO_3$ (din dolomită) după îndepărtarea impurităţilor.

R. *a)* 20% impurităţi; *b)* 54,4% $CaCO_3$ şi 45,6% $MgCO_3$.

Scanned with OKEN Scanner

12. Un acid anorganic conține: H : S : O = 1 : 16 : 32.

Se cere:

a) formula acidului;

b) cantitatea (moli) de NaCl care reacționează cu 4,9 g acid și volumul gazului rezultat, în condiții normale;

c) cantitatea de Al metalic cu care reacționează gazul rezultat la punctul *b)* știind că in această reacție rezultă un gaz;

d) volumul de amoniac se ce obține cu gazul de la punctul *c)* măsurat la 27 °C și 0,1 atm.

R. *a)* H_2SO_4; *b)* 0,1 moli NaCl, 2,24 HCl; *c)* 0,9 g Al; *d)* 8,2 l NH_3.

13. La prăjirea a 2 g dintr-un minereu se degajă 700 ml SO_2 măsurat în condiții normale și rămîne un reziduu format din impurități și 1,251 g Fe_2O_3.

Să se calculeze:

a) cantitatea de SO_2 exprimată în grame și moli;

b) procentele de Fe, S și impurități din minereu;

c) formula combinației pe care o conține minereul;

d) cantitatea de sare acidă care rezultă la absorbția SO_2 într-un exces de $Ca(OH)_2$;

e) cantitatea de sare ferică care rezultă prin tratarea reziduului cu H_2SO_4;

f) volumul de aer necesar pentru arderea celor 2 g minereu.

R. *a)* 2 g SO_2; 0,03125 moli SO_2; *b)* 43,785% Fe; 6,215% impurități; 50% S; *c)* FeS_2; *d)* 3,156 g $Ca(SO_3H)_2$; *e)* 3,1275 g $Fe_2(SO_4)_3$; *f)* 4,8 l aer.

14. Prin descompunerea termică a metanului conform reacției:

$$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$$

rezultă 403,2 m^3 H_2. Se cere:

a) cantitatea de metan necesară în reacție;

b) cantitatea de apă care reacționează cu C_2H_2;

c) cantitatea de carbid pur care ar produce aceeași cantitate de C_2H_2;

d) cantitatea de Fe_2O_3 care se poate reduce complet cu H_2 rezultat din reacție.

R. *a)* 192 kg CH_4; *b)* 156 kg C_2H_2 108 kg H_2O;
c) 384 kg CaC_2; *d)* 960 kg Fe_2O_3

Scanned with OKEN Scanner

15. Densitatea față de aer a unei substanțe gazoase este 1,938; iar formula ei cea mai simplă e CH_2.

Se cere:

a) masa moleculară și formula brută a substanței;

b) temperatura limită la care explodează recipientul de 50 l în care se află gazul la o presiune de 150 atm și 18°C, dacă presiunea limită e de 200 atm;

c) volumul în m^3 de CO_2 care rezultă la arderea substanței organice.

R. *a)* 56; C_4H_8; *b)* 115°C; *c)* 28,144 m^3 CO_2

16. Se oxidează 112 m^3 HCl gaz cu aer (20% O_2). Din clorul rezultat 2/5 se combină cu etena, iar restul cu metan. Știind că din CH_4 și clor se obține CH_3Cl, se cer:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor;

b) masa HCl gazos;

c) volumul de aer care oxidează HCl;

d) cantitățile de produse ce rezultă din etenă și metan în reacțiile cu clorul.

R. *a)* $4HCl + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2Cl_2$

$C_2H_4 + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2$

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$;

b) 182,5 kg HCl; *c)* 140 m^3 aer;

d) 99 kg $C_2H_4Cl_2$; 75,75 kg CH_3Cl; 54, 75 kg HCl

17. Sulfatul de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) la uscare se descompune pierzînd $6H_2O$ la 115°C și toată apa la 225°C.

Se cere:

a) conținutul de zinc în sulfat, înainte și după uscare, la aceste temperaturi;

b) pierderea de masă la uscare.

R. *a)* 23%, 36%, 41%;

b) 38%, 44%

18. Cît HI 80% este necesar pentru a prepara etan din 100 cm^3 etanol ($\rho = 0{,}8$ g/cm^3) și cît etan rezultă dacă randamentul este 80% pentru fiecare fază.

R. 575 g HI 80%; 32 g etan.

19. Conform analizei, calcarul natural conține 46% CaO. Să se determine:

a) gradul de puritate al calcarului;

Scanned with OKEN Scanner

b) cantitatea de bioxid de carbon și var rezultat prin calcinarea lui;
c) gradul de puritate al varului obținut în urma calcinării.

R. *a)* 82% $CaCO_3$ (puritatea calcarului natural); *b)* 36 kg CO_2 sau 18,4 m^3 CO_2; *c)* 72% CaO (puritatea varului).

20. Să se calculeze ce cantități de fosfat tricalcic (cu 2% umiditate și 8% impurități), cocs (cu 85% carbon) și nisip cu un conținut de 80% SiO_2 sînt necesare pentru obținerea a 100 kg fosfor, dacă 95% din $Ca_3(PO_4)_2$ și 90% din nisip reacționează, iar restul rămîne nereacționat.

R. 584,8 kg $Ca_3(PO_4)_2$, 114,8 kg cocs, 403 kg nisip.

21. La arderea în exces de oxigen a 54 ml dintr-un amestec de gaze format din CO, CH_4 și N_2 s-a produs o contracție a volumului total de 61 ml și s-au format 44 ml CO_2. Să se determine compoziția procentuală a amestecului de gaze.

R. 33,4% CO, 48,1% CH_4, 18,5% N_2.

22. 13,7 ml dintr-un amestec de gaze conținînd C_3H_8, CO și CH_4 au format prin ardere în exces de oxigen 23,7 ml CO_2. Să se determine volumul și conținutul procentual de C_3H_8 din amestec.

R. 5 ml; 36,5%.

23. La analiza a 22 ml dintr-un amestec de CH_4, H_2 și CO prin ardere în exces de oxigen s-a produs o scădere în volumul de oxigen de 17 ml și s-au format 16 ml CO_2. Să se determine volumul și conținutul procentual al fiecăruia din componenții amestecului.

R. H_2 = 6 ml sau 27,3%, CH_4 = 4 ml sau 18,2%, CO = 12 ml sau 54,5%.

24. 20 ml dintr-un gaz conținînd H_2, CH_4, N_2 s-au amestecat cu 80 ml aer și s-au ars. După ardere și absorbția cu alcalii a CO_2 format, volumul total al gazului a scăzut la 68 ml, iar după absorbția cu o soluție alcalină de pirogalol, a oxigenului în exces, rămas după arderea H_2 și CH_4, volumul a scăzut pînă la 67,2 ml. Care este conținutul procentual al gazului analizat.

R. 53,4% H_2, 26,7% CH_4, 20% N_2.

25. Să se determine compoziția procentuală a unui amestec de gaze, conținînd CH_4, H_2 și CO_2, dacă după arderea a 15 ml cu 85 ml aer, volumul s-a redus la 83,2 ml, iar conținutul total de CO_2 (inclusiv CO_2 format prin arderea CH_4) a fost de 10,8 ml.

R. 28% H_2, 35% CH_4, 37% CO_2.

Scanned with OKEN Scanner

VII. SOLUȚII. CONCENTRAȚIA SOLUȚIILOR

VII.1. NOȚIUNI TEORETICE

O soluție este un amestec omogen de două sau mai multe substanțe. Componenta care se află în cantitate mai mare (de obicei, un lichid) este numită solvent, iar celelalte componente se numesc substanțe dizolvate.

Concentrația unei soluții, cu privire la un anumit component, este mărimea definită prin cantitatea de component conținută într-o cantitate convenită, fie de soluție, fie de solvent.

Unitatea de concentrație este concentrația unei soluții care conține unitatea cantității de component, în cantitatea convenită de soluție sau de solvent.

Există mai multe moduri de exprimare a concentrației:

— *concentrația procentuală de masă* sau, mai simplu, concentrația procentuală arată cantitatea, în grame, de substanță dizolvată în 100 g soluție. De exemplu, se înțelege printr-o soluție 20% o soluție care conține 20 g substanță dizolvată la 100 g soluție.

Concentrația soluțiilor se poate exprima și în procente volumetrice (sau în volume), care reprezintă volumul de substanță dizolvatată în 100 volume soluție. Se notează cu semnul % cu mențiunea „vol". Cînd mențiunea vol lipsește, concentrația se referă la procente de masă.

— *concentrația molară sau molaritatea* exprimă numărul de molecule gram (moli) de substanță dizolvată într-un litru de soluție. Se notează cu litera *m*.

— *concentrația normală sau valară* exprimă numărul de echivalenți gram (vali) de substanță într-un litru de soluție. Se notează cu litera *n*.

— *titrul unei soluții* reprezintă cantitatea în grame de substanță dizolvată într-un cm^3 soluție. Se notează cu litera T;

— *raportul molar* este raportul dintre numărul de moli m_i ai unui component și numărul de moli ai celorlalte componente ale soluției. Se notează cu litera n_i, indicele arătînd pentru al cîtelea component, în ordinea numerotării, se calculează raportul molar;

— *fracția molară* este raportul dintre numărul de moli ai unui component (m) și numărul total de moli din soluție, inclusiv ai componentului a cărui fracție molară se calculează. Se notează cu N_i și se exprimă în mol/mol;

— *procentul molar* reprezintă fracția molară înmulțită cu 100. Se notează cu % mol.

Scanned with OKEN Scanner

Calculul volumelor soluțiilor necesare pentru reacție

Pentru efectuarea reacțiilor trebuie să se ia astfel de volume ale soluțiilor care să conțină același număr de echivalenți-gram de substanțe dizolvate (deoarece cantitățile, în masă ale substanțelor care reacționează sînt proporționale cu echivalenții lor). La aceeași normalitate a soluțiilor, aceste volume vor fi întotdeauna egale între ele; însă la normalități diferite, volumele vor fi invers proporționale cu normalitățile, adică:

$$V_1 n_1 = V_2 n_2,$$

unde:

V_1 și V_2 sînt volumele soluțiilor consumate în reacție:
n_1 și n_2 — normalitățile lor.

VII.2. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se calculeze concentrația procentuală a unei soluții obținute prin dizolvarea a 7,5 g azotat de sodiu în 42,5 g apă.

Rezolvare:

Soluția:

$$42{,}5 + 7{,}5 = 50 \text{ g}.$$

În 50 g soluție sînt 7,5 g $NaNO_3$
100 g ..... $x = 15$ g $NaNO_3$.
Concentrația procentuală: 15%.

2. În 100 ml alcool etilic ($\rho = 0{,}80$ g/ml) s-au dizolvat 8,5 g iod. Care este concentrația procentuală a soluției obținute?

Rezolvare:

100 ml alcool cîntăresc $100 \times 0{,}80 = 80$ g.
În 80 g alcool se găsesc 8,5 g iod.
În (80 + 8,5) g soluție sînt 8,5 g iod.

Concentrația procentuală: $\dfrac{100 \times 8{,}5}{88{,}5} = 9{,}6\%$.

3. S-au amestecat 60 g apă cu 20 ml soluție de acid fosforic 40% ($\rho = 1{,}254$ g/ml). Care este concentrația procentuală a soluției obținute?

Rezolvare:

masa soluției de acid fosforic: $20 \times 1{,}254 = 25{,}08$ g.
În 25 g soluție de acid fosforic 40% sînt:

$$\frac{25 \times 40}{100} = 10 \text{ g } H_3PO_4$$

Scanned with OKEN Scanner

Masa soluției obținute după adăugarea apei:

$$60 + 25 = 85 \text{ g.}$$

Cum cantitatea de acid fosforic nu se schimbă prin diluare, înseamnă că concentrația procentuală va fi:

$$\frac{100 \times 10}{85} = 11{,}8\%.$$

4. Pentru a trata unele boli, se introduce în sînge o soluție în apă de 0,85% NaCl, denumită ser fiziologic.

Să se calculeze:

a) cantitatea de apă și de sare necesară pentru a obține 5 kg ser fiziologic;

b) cantitatea de sare ce se introduce în organism la injectarea a 400 g de ser fiziologic.

R. *a)* 100 g sol. 0,85% ..... 0,85 g sare
99,15 g apă
5 000 g sol. 0,85g $x = 42{,}5$ g sare;

b) 100 g sol 0,85% .... 0,85 g sare
400 g sol 0,85% .. $x = 3{,}4$ g sare.

5. În medicină, pentru dezinfectarea rănilor se folosește tinctura de iod, care este o soluție 10% iod în alcool.

Să se calculeze:

a) ce cantitate de iod se găsește în 15 g tinctură de iod?

b) cîți cm³ alcool și cîte g de iod sînt necesare pentru a obține 500 g tinctură de iod (ρ alcool = 0,8 g/cm³):

R. *a)* 100 g.t.d.i. ..... 10 g iod
15 g.t.d.i. ..... $x = 1{,}5$ g iod;

b) 100 g.t.d.i. ..... 10 g iod
90 g alcool
500 g.t.d.i. ..... 50 g iod
450 g alcool

$$v = \frac{m}{\rho} = \frac{450}{0{,}8} \cong 560 \text{ cm}^3 \text{ alcool.}$$

6. Gustul acru al lămîii se datorește acidului citric. În sucul de lămîie se găsește cam 6,5% acid citric.

Să se calculeze:

a) concentrația acidului citric în soluția rezultată prin amestecarea a 20 g suc de lămîie în 20 g apă;

b) cîte g apă trebuie să se adauge la 50 g suc de lămîie pentru a obține o soluție de 1% acid citric?

Scanned with OKEN Scanner

R. *a)* 100 g suc ..... 6,5 g acid citric
20 g suc ..... $x = 1{,}3$ g acid citric
20 g sol + 20 g apă = 40 g sol finală
40 g sol finală ..... 1,3 g acid citric
100 g sol finală ..... $x = 3{,}25$ g acid citric sau 3,25%;

b) 50 g suc conține $50 \cdot \frac{6{,}5}{100} \cong 3{,}25$ g acid citric
1 g a.c. ..... 100 g soluție 1%
3,25 g a.c. ..... $x = 325$ g soluție 1%,
deci: 325 − 50 = 275 g apă.

7. Cîte g KOH sînt necesare pentru neutralizarea a 63 g soluție HNO_3 20%?

R. 100 g soluție 20% ..... 20 g HNO_3
63 g soluție 20% .... $x =$ 12,6 g HNO_3
$HNO_3 + KOH = KNO_3 + H_2O$
1 mol HNO_3 (63 g) ..... 1 mol KOH (56 g)
12,6 g ..... $x = 11{,}2$ g KOH.

8. Cîte g soluție NaOH 10% sînt necesare pentru neutralizarea a 98 g soluție H_2SO_4 20%?

R. 100 g soluție 20% ..... 20 g H_2SO_4
98 g soluție 20% ..... $x \cong 20$ g H_2SO_4
$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$
1 mol H_2SO_4 (98) g ..... 2 moli NaOH (2 × 40 g)
20 g ..... $x = 16$ g NaOH
10 g NaOH ..... 100 g soluție 10%
16 g NaOH ..... $x = 160$ g soluție 10%.

9. Cîte g soluție KOH 5,6% sînt necesare pentru neutralizarea a 73 g soluție HCl 10%?

R. 100 g soluție 10% HCl ..... 10 g HCl
73 g soluție 10% HCl ..... $x = 7{,}3$ g HCl
$HCl + KOH = KCl + H_2O$
1 mol HCl (36,5 g) ..... 1 mol KOH (56 g)
7,3 g ..... $x = 11{,}2$ g KOH
5,6 g KOH ..... 100 g soluție 5,6%
11,2 g KOH ..... $x = 200$ g soluție 5,6%.

10. Cîte grame soluție de acid clorhidric 36% sînt necesare pentru prepararea a 5 l soluție 0,2 *m*?

Rezolvare:
1 000 ml soluție 0,2 *m* ..... 36,5 × 0,2 g HCl
5 000 ml ..... $\frac{5\,000 \cdot 36{,}5 \cdot 0{,}2}{1\,000} = 36{,}5$ g HCl,
36,5 g HCl vor fi în

$$\frac{36{,}5 \cdot 100}{36} = 101 \text{ g HCl } 36\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

11. Acidul clorhidric 26,2% are greutatea specifică 1,13 g/ml. Câți mililitri din această soluție trebuie luați pentru a prepara 4 l acid clorhidric 0,2 *m*?

Rezolvare:

1 000 ml HCl 0,2 *m* conțin 36,5 × 0,2 g HCl
4 000 ml HCl 0,2 *m* .... $x = 29{,}2$ g HCl

În 100 g HCl 26,2% sînt 26,2 g HCl.
Deci, dacă

$$26{,}2 \text{ g HCl sînt în } \frac{100}{1{,}13} \text{ ml HCl } 26{,}2\%,$$

atunci

29,2 g HCl vor fi în 98,5 ml HCl 26,2%.

12. Ce concentrație exprimată în procente de masă are soluția obținută prin turnarea a 1,8 l acid sulfuric 92% ($\rho = 1{,}824$ g/ml) în 4,650 kg apă?

Rezolvare:
1,8 l acid sulfuric 92% cîntăresc:

$$1{,}8 \times 1{,}824 = 3{,}2832 \text{ kg}$$

și conțin:

$$\frac{3{,}2832 \cdot 92}{100} = 3{,}02 \text{ kg } H_2SO_4$$

Masa soluției după diluare:

$$3{,}2832 + 4{,}650 = 7{,}9332 \text{ kg}.$$

Cantitatea de acid sulfuric nu se schimbă prin diluare.
Prin urmare, întreaga soluție obținută după adăugarea apei va conține 3,02 kg H_2SO_4.
Concentrația procentuală va fi:

$$\frac{3{,}02 \cdot 100}{7{,}9332} = 38{,}1\%.$$

13. Ce cantități de soluție 25% și 95% de acid sulfuric trebuie să se amestece pentru a obține 1 l soluție 50% ($\rho = 1{,}395$ g/ml)?

Rezolvare:
Masa soluției finale:

$$1\,000 \times 1{,}395 = 1\,395 \text{ g}$$

și conține:

$$\frac{1395 \cdot 50}{100} \text{ g } H_2SO_4$$

Fie x cantitatea de acid sulfuric 95% necesară. Ea conține:

$$\frac{95x}{100} \text{ g } H_2SO_4$$

Scanned with OKEN Scanner

Cantitatea de acid sulfuric 25% va fi:

$$1395 - x$$

şi va conţine:

$$\frac{(1395 - x)25}{100} \text{ g } H_2SO_4.$$

Deoarece cantitatea de acid sulfuric din soluţia finală trebuie să fie egală cu suma cantităţilor de acid sulfuric din cele două soluţii ce se amestecă, se poate scrie relaţia:

$$\frac{1\,395 \cdot 50}{100} = \frac{95x}{100} + \frac{1395 - x}{100} \cdot 25.$$

De unde:

$$x = 498 \text{ g } H_2SO_4 \text{ 95\% şi } 1\,395 - 498 = 897 \text{ g } H_2SO_4 \text{ 25\%}.$$

14. Se amestecă 200 g soluţie 4,9% H_2SO_4 cu 0,5 l soluţie 0,1 *m* H_2SO_4 şi cu 200 ml soluţie 0,5 *n* H_2SO_4.

Considerînd ρ sol = 1 g/ml, să se determine concentaţia procentuală, molară şi normală a soluţiei rezultate, precum şi titrul ei.

Rezolvare:

a) 100 g soluţie 4,9% ..... 4,9 g H_2SO_4
200 g soluţie 4,9% ..... $x = 9,8$ g H_2SO_4
1 000 ml soluţie 0,1 *m* ..... 9,8 g H_2SO_4
500 ml soluţie 0,1 *m* ..... 4,9 g H_2SO_4
1 000 ml soluţie 0,5 *n* ..... 24,5 g H_2SO_4
200 ml soluţie 0,5 *n* ..... 4,9 g H_2SO_4;

b) Total H_2SO_4 ..... 19,6 g; Total soluţie ..... 900 g.
900 g soluţie ..... 19,6 g H_2SO_4
100 g soluţie ..... 2,18 g H_2SO_4 sau 2,18%.

c) 98 g H_2SO_4 ..... concentraţie 1 *m*
2,18 g H_2SO_4 ..... $x = 0,022$ *m*.

d) 49 g H_2SO_4 ..... concentraţia 1 *n*
2,18 g H_2SO_4 ..... $x = 0,044$ *n*.

e) Titrul soluţiei:
900 ml soluţie ..... 19,6 g H_2SO_4
1 ml soluţie ..... $x = 0,0216$ g H_2SO_4

Deci: concentraţia procentuală 2,18%,
concentraţia molară ..... 0,022 *m*,
concentraţia normală ..... 0,044 n,
titrul (*T*) ..... 0,0218 g.

15. Cîte grame de soluţie 5,6% KOH sînt necesare pentru a neutraliza 500 g soluţie 9,8% H_2SO_4?

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

a) 100 g soluție 9,8% ..... 9,8 g H_2SO_4
500 g soluție 9,8% ..... $x = 49{,}0$ g H_2SO_4;

b) $H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$;

c) 1 mol H_2SO_4 (98 g) ..... 2 moli KOH (2×56 g)
49 g ..... $x = 56$ g KOH;

d) 5,6 g KOH ..... 100 g soluție 5,6%
56 g KOH ..... $x = 1\,000$ g soluție 5,6%.

16. Cîți mililitri soluție de alcalii 0,2 *n* sînt necesari pentru a precipita sub formă de $Fe(OH)_3$ fierul conținut în 100 ml soluție 0,5 n $FeCl_3$?

Rezolvare:

Soluția I. Știind că volumele sînt invers proporționale cu normalitățile:

$$\frac{\text{volum alcalii}}{\text{volum } FeCl_3} = \frac{\text{normalitate } FeCl_3}{\text{normalitate alcalii}}$$

sau:

$$\frac{x}{100} = \frac{0{,}5}{0{,}2},$$

de unde $x = 250$ ml.

Soluția a II-a (dată cu caracter documentar)

100 ml soluție 0,5 *n* $FeCl_3$ conține $\frac{162{,}5}{3 \cdot 2 \cdot 10} = 2{,}79$ g $FeCl_3$

$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 + 3NaCl$

1 ml soluție 0,2 *n* NaOH conține $\frac{40}{5 \cdot 1000} = 0{,}008$ g NaOH

162,5 g $FeCl_3$ ..... 120 g NaOH
2,7 g $FeCl_3$ ..... $x = 2$ g NaOH
$2 : 0{,}008 = 250$ ml.

17. La 400 ml apă se adaugă 100 ml soluție H_2SO_4 de 96% (gr. sp. 1,84 g/cm³). Să se exprime concentrația soluției obținute în procente și în vali/litru.

Rezolvare:

100 ml soluție dată cîntăresc: $100 \cdot 1{,}84 = 184$ g H_2SO_4 96% și conțin: $184 \cdot 96/100 = 176{,}5$ g H_2SO_4
total soluție: $184 + 400 = 584$ g (volum 500 ml);

concentrația procentuală: { 584 g soluție ..... 176,5 g H_2SO_4
100 g soluție ..... $x = 31$ g H_2SO_4 sau 31%;

concentrația în vali la litru:

500 ml soluție ..... $(176{,}5 : 49) = 3{,}8$ vali H_2SO_4
1 000 ml soluție ..... $x = 7{,}6$ vali sau 7,6 vali la litru.

Scanned with OKEN Scanner

18. Cîte g substanţă care se depune sub formă de precipitat rezultă prin adăugarea a 100 cm^3 soluţie 0,5 m $Al_2(SO_4)_3$ la 100 cm^3 soluţie 2*m* $Ba(NO_3)_2$?

Rezolvare:

$$Al_2(SO_4)_3 + 3Ba(NO_3)_2 = 3BaSO_4 + 2Al(NO_3)_3$$

$$M(Al_2(SO_4)_3) = 342$$
$$M(Ba(NO_3)_2) = 261$$
$$M(BaSO_4) = 233$$

1 l soluţie 0,5 *m* $Al_2(SO_4)_3$ ..... 171 g
0,1 l soluţie 0,5 *m* $Al_2(SO_4)_3$ ..... 17,1 g
1 l soluţie 2 *m* $Ba(NO_3)_2$ ..... 2 × 261 g
0,1 l soluţie 2 *m* $Ba(NO_3)_2$ ..... 52,2 g
1 mol $Al_2(SO_4)_3$ (342 g) ..... 3 moli $Ba(NO_3)_2$ (783 g)
17,1 g ..... *x* ≅ 39 g,

deci: $Ba(NO_3)_2$ este în exces, reacţia nu este totală.
342 g $Al_2(SO_4)_3$ (1 mol) ..... 3 moli $BaSO_4$ (699 g)
17,1 g $Al_2(SO_4)_3$ ..... *x* ≅ 35 g $BaSO_4$

19. Cît oxid de cupru se poate obţine din 2 l soluţie 1 *m* $Cu(NO_3)_2$?

Rezolvare:

1 l soluţie 1 *m* ..... 188 g $Cu(NO_3)_2$
2 l soluţie 1 *m* ..... *x* = 376 g $Cu(NO_3)_2$
1 mol $Cu(NO_3)_2$ (188 g) ..... 1 mol CuO (80 g)
376 g ..... *x* = 160 g CuO

20. Se dă o soluţie care conţine 18,9 g HNO_3 la litru şi o soluţie care conţine 3,2 g NaOH la litru. În ce raporturi de volume trebuie amestecate pentru a obţine o soluţie neutră?

Rezolvare:

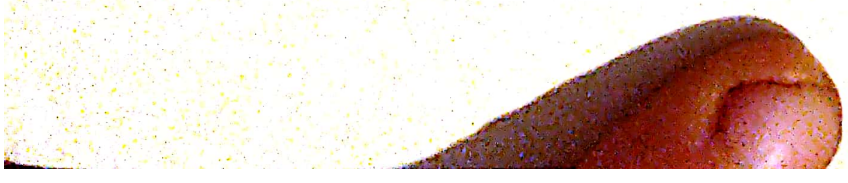
Ecuaţia: $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$ arată că la aceeaşi normalitate volumele de acid şi de bază trebuie să fie egale. Date fiind cantităţile diferite de acid şi de bază, volumele vor fi diferite, dar raportul lor va fi proporţional cu raportul normalităţilor:

$$\frac{V\ bază}{V\ acid} = \frac{normalitate\ acid}{normalitate\ bază}$$

sau:

$$\frac{V\ bază}{V\ acid} = \frac{\frac{18,9}{63}}{\frac{3,2}{40}} = \frac{0,3}{0,08} = \frac{30}{8} = \frac{15}{4}.$$

Deci: la 4 volume HNO_3 se vor adăuga 15 volume NaOH.



Scanned with OKEN Scanner

VII. 3. PROBLEME PROPUSE

1. Se dizolvă 4,7 g alaun $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ în 95,3 g apă. Care este concentrația procentuală a soluției obținute în $KAl(SO_4)_2$?

R. 2,58%.

2. La 80 g soluție 15% se adaugă 20 g apă. Care este concentrația soluției obținute?

R. 12%.

3. Se dă o soluție 10% H_2O_2. Să se calculeze pentru această soluție numărul de moli de apă care revin pentru fiecare mol de apă oxigenată.

R. 17 moli de apă.

4. În ce cantitate de apă trebuie să se dizolve 1 mol KOH pentru a se obține o soluție 14%?

R. 344 g apă.

5. Se amestecă 500 g soluție H_2SO_4 ce conține 1 mol de acid cu 500 g soluție H_2SO_4 20%. Ce concentrație are soluția obținută?

R. 19,8%.

6. Câți moli de H_2SO_4 conțin 400 g soluție de acid sulfuric, dacă concentrația soluției este de 49%?

R. 2 moli.

7. Câți moli de HCl conțin 2 kg soluție de acid clorhidric 7,3%? Ce cantitate de NaOH poate neutraliza acidul?

R. 4 moli HCl; 160 g NaOH

8. Se amestecă: 100 g soluție 20% NaOH cu
0,5 kg soluție 4% NaOH și cu
1,4 l de apă.

Se cere concentrația soluției obținute ($\rho \cong 1$ g/ml).

R. 2%.

9. Care este conținutul (în grame și moli/litru) de substanță în:

a) 500 ml soluție de H_2SO_4 0,1 *n*?

R. 2,45 g; 0,05 moli/l.

b) 0,250 l soluție NaOH 0,25 *n*?

R. 2,5 g; 0,25 moli/l

c) 0,750 l soluție H_3PO_4 3 *n*?

R. 73,5 g; 1 mol/l

Scanned with OKEN Scanner

10. Se dau 100 ml soluție H_2SO_4 0,2 *n*. Cu ce cantitate de bază se neutralizează acidul, dacă se lucrează cu:

a) o soluție NaOH 1 *n*?

R. 0,8 g sau 20 ml.

b) o soluție $Ca(OH)_2$ 0,5 *n*?

R. 0,74 g sau 40 ml.

11. Se dau 50 ml soluție NaOH 0,01 *n*. Cu ce cantitate de acid se neutralizează baza, dacă se lucrează cu:

a) o soluție 0,5 *n* H_2SO_4?

R. 0,024 g sau 1 ml.

b) o soluție 1 *n* HCl?

R. 0,018 g sau 0,5 ml.

12. Se amestecă: 80 g soluție NaOH **20%** cu
0,8 l soluție NaOH 0,1 *m* și cu
800 ml soluție NaOH 0,05 *n*.

Se cere: concentrația procentuală, molaritatea, normalitatea și titrul soluției obținute ($\rho \cong 1$ g/ml).

R. 1,24%; 0,31 *m*; 0,31 *n*; 0,0124.

13. 3 g amalgam de sodiu (aliaj Na-Hg), prin dizolvare în apă, dau o soluție alcalină care se neutralizează cu 50 ml H_2SO_4 0,1 *n*. Să se determine conținutul procentual de sodiu în amalgam.

R. 0,115 g Na sau ~ 4%.

14. La 250 ml soluție H_2SO_4 3*n* se adaugă praf de aluminiu. Se cere: *a)* cantitatea de metal consumată; *b)* volumul gazului rezultat la 100°C și 0,672 atm.

R. 7,15 g Al; 8,8 l H_2 în condiții normale; 16 l în condițiile cerute.

15. Ce cantitate de apă trebuie adăugată la 100 ml soluție 20%

R. 342 g apă.

16. Câți mililitri HCl concentrat ($\rho = 1{,}19$ g/ml) care conține 38% HCl trebuie să se ia pentru a obține 1 l soluție 2 *n*?

R. 162 ml.

17. La 400 ml apă s-au adăugat 100 ml H_2SO_4 96% ($\rho = 1{,}84$ g/ml). Să se exprime concentrația procentuală și în vali/litru a soluției obținute.

R. 30%; 7,6 vali/l.

Scanned with OKEN Scanner

18. Care este molaritatea soluției 20% HCl cu $\rho = 1{,}10$ g/cm³?
R. 6 *m*.

19. $FeCl_3$ și NaOH reacționează conform ecuației:

$$FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 + 3NaCl,$$

să se arate care este volumul soluției molare de NaOH necesar pentru a transforma în $Fe(OH)_3$ întreaga cantitate de $FeCl_3$ cuprinsă în 1 l soluție 1 *m* $FeCl_3$?

R. 1 mol $FeCl_3$ reacționează cu 3 moli NaOH. Fiecare mol de substanță (în soluție) ocupă un volum de 1 l. Deci: 3 l soluție 1 *m* NaOH.

VIII. ECHILIBRUL CHIMIC

VIII. 1. LEGEA ACȚIUNII MASELOR — GULDBERG ȘI WAAGE

Viteza de reacție reprezintă variația concentrației substanțelor ce iau parte la reacție, în unitatea de timp.

Viteza orcărei reacții chimice, deci, nu este o mărime constantă, ci variază în timp, pe măsura consumării substanțelor intrate în reacție, scăzînd continuu.

Majoritatea reacțiilor chimice sînt reacții ce pot avea loc în ambele sensuri (reversibile) pînă se stabilește un echilibru, cînd concentrația substanțelor nu mai variază în timp, dacă nu se modifică condițiile exterioare.

În reacția reversibilă:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD,$$

viteza reacției directe (1) este:

$$v_1 = k_1[A]^a \cdot [B]^b,$$

iar viteza reacției indirecte (2):

$$v_2 = k_2[C]^c \cdot [D]^d.$$

La echilibru: $v_1 = v_2$

Scanned with OKEN Scanner

sau :

$$\frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{K_1}{K_2} = K.$$

Această ecuaţie este expresia cantitativă a legii fundamentale a echilibrelor chimice, numită *legea acţiunii maselor (Guldberg* şi *Waage)*. Ea se enunţă astfel : „raportul între produsul concentraţiilor substanţelor care ies din reacţie şi produsul concentraţiilor substanţelor care intră din reacţie (fiecare din concentraţii ridicate la o putere egală cu numărul maselor) este în momentul cînd se stabileşte echilibrul, constant, dacă temperatura rămîne neschimbată".

K este *constanta de echilibru*, iar $[A]$, $[B]$ ... concentraţiile la echilibru ale substanţelor.

Echilibrul chimic al unei reacţii se deplasează în funcţie de concentraţia substanţelor, de temperatură şi presiune şi aceasta pentru că viteza de reacţie depinde de aceşti factori. Dacă cel puţin unul din factorii enumeraţi se schimbă, echilibrul nu se mai menţine.

Principiul lui Le Chatelier arată „cînd se modifică una din condiţiile unui sistem în echilibru, echilibrul se deplasează în aşa mod încît să diminueze atît cît e posibil modificarea".

Dacă se măreşte concentraţia sau presiunea parţială a unui component, echilibrul se deplasează în acel sens în care se consumă componenta respectivă; mărirea temperaturii deplasează echilibrul în sensul în care se utilizează căldura, adică în care se formează combinaţia endotermă; micşorarea temperaturii favorizează reacţiile ce au loc cu degajare de căldură, adică reacţiile exoterme.

Creşterea presiunii deplasează echilibrul şi favorizează reacţia care este legată de o scădere a numărului de molecule, iar scăderea presiunii contribuie la formarea substanţelor ce ocupă în condiţiile date un volum mai mare.

Exemplu :

Sinteza amoniacului din elemente este o reacţie exotermă.

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 22{,}1 \text{ kcal.}$$

Conform principiului lui Le Chatelier, la ridicarea temperaturii are loc o deplasare a echilibrului în sensul în care e favorizată reacţia ce consumă căldură. Aceasta este reacţia de descompunere a amoniacului. Pe de altă parte, formarea NH_3 are loc cu micşorare de volum, deci creşterea presiunii favorizează formarea amoniacului. De aici, concluzia că randamentul cel mai mare se obţine la temperaturi joase şi presiuni înalte. Dar din cauza inerţiei chimice a moleculei

de azot, viteza de reacţie e foarte mică la temperaturi joase, de aceea se utilizează catalizatori. Practic, pentru a realiza o viteză de reacţie acceptabilă, temperatura nu poate fi scăzută sub 500°.

VIII. 2. PROBLEME REZOLVATE

1. La starea de echilibru a sistemului $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ concentraţiile substanţelor erau:

$$[N_2] = 3 \text{ moli/l};$$
$$[H_2 = 9 \text{ moli/l};$$
$$[NH_3] = 4 \text{ moli/l}$$

Care erau concentraţiile iniţiale ale H_2 şi N_2?

Rezolvare:

2 moli NH_3 . . . . . 1 mol N_2 . . . . . 3 moli H_2
4 moli NH_3 . . . . . x . . . . . y

$$x = \frac{4}{2} \text{ moli } N_2; \; y = 6 \text{ moli } H_2$$

$$[N_2] = 3 + 2 = 5 \text{ moli/l};$$
$$[H_2] = 9 + 6 = 15 \text{ moli/l}.$$

2. La încălzirea amestecului de CO_2 şi H_2 pînă la 850°C s-a stabilit echilibrul reacţiei:

$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$$

Constanta echilibrului la temperatura indicată este egală cu 1. În ce raport volumetric s-au amestecat CO_2 şi H_2, dacă în momentul stabilirii echilibrului 90% din H_2 s-a transformat în apă.

Rezolvare:

$$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$$

I	x	y	0	0
II	$x - 0{,}9y$	$0{,}1y$	$0{,}9y$	$0{,}9y$

$$K = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} = 1;$$

$$K = \frac{0{,}9^2 \cdot y^2}{(x - 0{,}9y)\, 0{,}1\, y} = 1;$$

$$0{,}9y = 0{,}1x;$$

$$\frac{x}{y} = \frac{9}{1}.$$

Scanned with OKEN Scanner

3. Prin acţiunea alcoolului etilic asupra acidului acetic rezultă acetat de etil şi apă după ecuaţia:

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

Să se determine cîţi moli de ester va conţine amestecul după stabilirea echilibrului, dacă în reacţie s-au luat cîte 1 mol de alcool şi acid, iar constanta de echilibru este egală cu 4.

Rezolvare:

	CH_3COOH	$+ C_2H_5OH \rightleftharpoons$	$CH_3COOC_2H_5$	$+ H_2O$
I	1	1	0	0
II	$1-x$	$1-x$	x	x

$$K = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]} = 4;$$

$$K = \frac{x^2}{(1-x)(1-x)} = 4 \qquad x = \frac{2}{3}.$$

Deci: $[CH_3COOC_2H_5] = \frac{2}{3}$ moli/l.

4. Substanţele iniţiale din reacţia: $CO + Cl_2 \rightleftarrows COCl_2$ sînt luate în cantităţi echivalente. Reacţia decurge într-un vas închis; la temperatură constantă. În momentul stabilirii echilibrului rămîn 50% din cantităţile iniţiale de CO. Care va fi presiunea la echilibru, dacă presiunea iniţială a amestecului este o atmosferă?

Rezolvare:

		CO	$+ Cl_2 \rightleftharpoons$	$COCl_2$	
I	p_0	$1M$	$1M$	$0M$	(iniţial)
II	p_1	$0{,}5M$	$0{,}5M$	$0{,}5M$	(la echilibru)

p_0 . . . . . 1 atm . . . . . 2 moli,
p_1 . . . . . x . . . . . 1,5 moli,

$x = 0{,}75$; $\frac{p_1}{p_0} = 0{,}75$. Deci: $p = 1$ atm; $p_1 = 0{,}75$ atm.

5. Un amestec gazos este format din hidrogen şi brom. Reacţia are loc după ecuaţia: $H_2 + Br_2 \rightleftarrows 2HBr$.

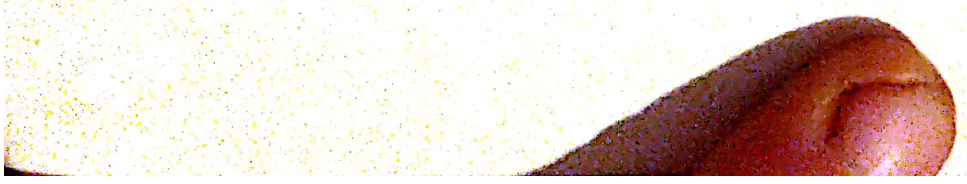
Cum variază viteza de reacţie dacă presiunea creşte de 2 ori?

Rezolvare:

$(H_2) = C_1$		$(H_2) = 2C_1$
$(Br_2) = C_2$	2)	$(Br_2) = 2C_2$
$V_1 = C_1 \cdot C_2$		$V_2 = 2C_1 \cdot 2C_2$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{2C_1 \cdot 2C_2}{C_1C_2} = 4.$$

Viteza de reacţie se măreşte de 4 ori.



Scanned with OKEN Scanner

VIII. 3. PROBLEME PROPUSE

1. În ce parte se deplasează echilibrul chimic la mărirea temperaturii și mărirea presiunii pentru următoarele reacții:

a) $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2 - Q$;

b) $2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2 + Q$;

c) $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO - Q$.

R. La mărirea temperaturii, echilibrul se deplasează pentru: *a)* spre dreapta; pentru *b)* spre stînga; pentru *c)* spre dreapta. Creșterea presiunii va deplasa echilibrul în cazul reacției; *b)* la dreapta; pentru restul reacțiilor nu are nici o influență.

2. La încălzirea într-un tub închis la 356°C a unui amestec de hidrogen și iod s-a stabilit echilibrul: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ la următoarele concentrații:

$$[H_2] = 0{,}3 \text{ mol/l}; \quad [I_2] = 0{,}15 \text{ mol/l}; \quad [HI] = 0{,}4 \text{ mol/l}.$$

Să se calculeze valoarea constantei de echilibru și concentrațiile inițiale ale H_2 și I_2.

R. Concentrațiile inițiale: $[H_2] = 0{,}5$; $[I_2] = 0{,}35$; $K = 0{,}91$.

3. Într-un vas se află un amestec format din 3 moli J_2 și 8 moli H_2. După încălzirea vasului la 445°C s-au găsit 6 moli HJ. Să se calculeze constanta de echilibru a reacției $H_2 + J_2 \rightleftharpoons 2HJ$, considerînd că sistemul din vas a atins starea de echilibru.

R. $K = 7{,}2$.

4. Azotul reacționează cu oxigenul la temperatura arcului voltaic formînd oxid de azot, după reacția:

$$N_2 + O_2 = 2NO$$

Concentrația inițială a azotului este de 0,3 moli/l, iar a oxigenului 0,5 moli/l. Constanta vitezei de reacție este 0,4. Să se calculeze viteza de reacție pentru momentul cînd concentrația azotului scade la 0,1 moli/l.

R. Viteza scade de 2,5 ori.

5. Cum se modifică viteza reacției $H_2 + Cl_2 = 2HCl$ dacă se mărește presiunea de 3 ori?

R. Viteza de reacție crește de 9 ori.

6. Cum se modifică viteza reacției $CO + Cl_2 = COCl_2$ dacă se mărește concentrația Cl_2 pînă la 0,6 moli/l, iar a CO pînă la 1,2 moli/l. Concentrațiile inițiale erau: $Cl_2 = 0{,}2$ moli/l, $CO = 0{,}3$ moli/l.

R. 12 ori.

Scanned with OKEN Scanner

7. Se dă reacţia: $A + B \rightleftharpoons C + D$.

Constanta de echilibru este egală cu 1. Concentraţia iniţială a substanţei A este de 2 moli/l. Cîte procente din substanţa A sînt supuse transformării pentru concentraţiile iniţiale ale substanţei B de 2; 10; 20.

R. 50%, 83%, 90%.

IX. IONIZAREA

IX.1. NOŢIUNI TEORETICE

Substanţele chimice care în soluţie sau topitură conduc curentul electric şi la care trecerea curentului este însoţită de un transport de materie *(ioni)* se numesc *electroliţi* (ex. *acizi, baze, săruri* metalice în soluţie sau topituri). Toate celelalte substanţe care nu conduc curentul electric se numesc *neelectroliţi* (ex. *substanţe organice, hidrocarburi, alcooli, aldehide, zaharuri* etc.).

Ionii sînt atomi sau grupe de atomi care au primit sau pierdut electroni şi de aceea au o sarcină electrică pozitivă sau negativă.

Ionizarea este fenomenul scindării unui electrolit în ioni.

Raportul dintre numărul de molecule ionizate şi numărul total de molecule dizolvate se numeşte *grad de ionizare* şi se notează cu α. Gradul de ionizare este dependent de diluaţie, crescînd o dată cu aceasta şi scăzînd o dată cu creşterea temperaturii şi concentraţiei.

Clasificarea electroliţilor în *electroliţi tari, medii* şi *slabi* a fost făcută pe baza mărimii gradului de ionizare.

Electroliţii tari au gradul de ionizare cuprins între 50 şi 100%, cei medii, între 5 şi 50%, iar cei slabi, mai mic de 5%.

Cînd α se raportează la un mol, are o valoare subunitară, deoarece numărul moleculelor ionizate este mai mic ca numărul moleculelor dizolvate.

Despre ionizarea electrolitică se poate vorbi numai în cazul electroliţilor slabi (substanţe cu legături covalente slab polare) a căror

Scanned with OKEN Scanner

molecule prin dizolvare în apă suferă o ionizare, în funcţie de polaritatea moleculei, mai mult sau mai puţin avansată. În cazul electroliţilor tari (substanţe cu legături ionice sau cu legături covalente puternic polare) la dizolvarea lor în apă, în soluţie trec ionii hidrataţi.

Ionizarea electrolitică a apei *p*H

Apa pură are conductibilitate electrică foarte mică, fiind ionizată foarte puţin:

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

S-a stabilit prin măsurători că concentraţia ionilor de hidrogen este egală cu concentraţia ionilor de oxidril şi este egală cu 10^{-7}, adică:

$$[H] = [OH] = 10^{-7} \text{ ioni g/l},$$

iar

$$[H] \cdot [OH] = 10^{-14}.$$

Această expresie poartă denumirea de *produsul ionic al apei* şi este o constantă, la o temperatură dată.

Soluţiile care au: $[H] > 10^{-7}$, iar $[OH] < 10^{-7}$ sînt acide.

Soluţiile care au: $[H] < 10^{-7}$, iar $[OH] > 10^{-7}$ sînt bazice.

Soluţiile care au: $[H] = [OH] = 10^{-7}$ sînt neutre.

Concentraţia unuia din ionii apei se poate calcula atunci cînd se cunoaşte concentraţia celuilalt ion după formula:

$$[H] = \frac{10^{-14}}{[OH]} \qquad [OH] = \frac{10^{-14}}{[H]}.$$

Se obişnuieşte să se exprime concentraţia ionilor de hidrogen într-o soluţie în formă logaritmică. Se numeşte *exponent al ionilor de hidrogen* sau *p*H logaritmul negativ al concentraţiei ionilor de hidrogen dintr-o soluţie:

$$pH = -\lg [H]$$

Soluţiile neutre au $pH = 7$.

Soluţiile acide au $pH < 7$.

Soluţiile alcaline au $pH > 7$.

Scanned with OKEN Scanner

IX.2. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se calculeze constanta de ionizare K_i pentru o moleculă gram de substanţă AB dizolvată în V litri de soluţie ştiind că gradul de ionizare este α.

Rezolvare:

$$AB \rightleftharpoons A^- + B^+$$

$$[A^-] \cdot [B^+] = \alpha \qquad [AB] = 1 - \alpha.$$

Concentraţiile componentelor pe litru vor fi:

$$[AB] = \frac{1-\alpha}{V} \qquad [A^-] = \frac{\alpha}{V} \qquad [B^+] = \frac{\alpha}{V};$$

aplicînd legea echilibrului chimic, se obţine:

$$K_i = \frac{[A^-] \cdot [B^+]}{[AB]} = \frac{\frac{\alpha}{V} \cdot \frac{\alpha}{V}}{\frac{1-\alpha}{V}} = \frac{\alpha^2}{V(1-\alpha)},$$

dar:

$$\frac{1}{V} = C \qquad K_i = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}.$$

Această ecuaţie arată că gradul de ionizare al unui electrolit slab variază invers proporţional cu diluţia.

În cazul electroliţilor slabi $\alpha < 0{,}05$, valoarea $1 - \alpha \cong 1$; în acest caz relaţia de mai sus devine: $K_i = C\alpha^2$.

2. Într-o soluţie 0,1 n gradul de ionizare al CH_3COOH este 1,32%, iar a HCl 92%; la ce concentraţie a soluţiei, gradul de ionizare a CH_3COOH va ajunge, de asemenea, la 92%.

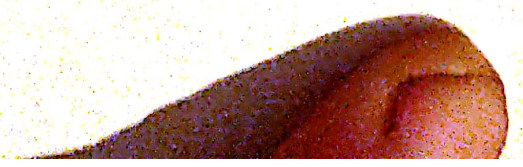
Rezolvare:

$$K_i = C\alpha^2$$

I $\begin{cases} C = 0{,}1\ n \\ \alpha\% = 1{,}32;\ \alpha = 0{,}0132 \\ K_i = 0{,}1 \cdot 0{,}0132^2 = 1{,}74 \cdot 10^{-5}. \end{cases}$

II $\begin{cases} C = ? \\ \alpha\% = 92;\ \alpha = 0{,}92 \\ K_i = 1{,}74 \cdot 10^{-5} \end{cases}$

$$C = \frac{K_i}{\alpha^2} = \frac{1{,}74 \cdot 10^{-5}}{0{,}92^2} = 2 \cdot 10^{-5}.$$



Scanned with OKEN Scanner

3. Cîtă apă trebuie adăugată la 300 cm^3 soluţie 0,2 n CH_3COOH ($K = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$) pentru ca gradul de ionizare să se dubleze.

Rezolvare:

$$C = 0{,}2\ n$$
$$K_i = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$$
$$K_i = c\alpha^2$$

$$\text{I} \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_i}{C}} = \sqrt{\frac{1{,}8 \cdot 10^{-5}}{0{,}2}} = 0{,}32 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{II} \quad K_i = C\alpha^2;\ \alpha = 1{,}90 \cdot 10^{-2}$$

$$K_i = C'(1{,}90 \cdot 10^{-2})^2$$

$$C' = \frac{K_i}{1{,}9 \cdot 10^{-4}} = 0{,}2 \cdot 10^{-1}$$

$$C' = 0{,}02\ n$$

$$\frac{C}{C'} = \frac{0{,}2}{0{,}02} = 10 \text{ ori.}$$

Concentraţia trebuie să scadă de 10 ori, adică: 300 × 10 = 3 000:

3 000 — 300 = 2 700 ml apă distilată.

4. Să se scrie ecuaţiile ionizării pentru substanţele următoare:

$NaHCO_3$; H_2S; H_3PO_4; CH_3COOH

Rezolvare:

$NaHCO_3 \rightleftharpoons Na^+ + HCO_3^-$

$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$

$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$

$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$

$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$

$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$

$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$

($\alpha = 27\%$)

($\alpha = 0{,}11\%$)

($\alpha = 0{,}001\%$)

5. Să se calculeze concentraţia ionilor de clor şi aluminiu dintr-o soluţie 0,1 m de $AlCl_3$ ştiind că gradul său de ionizare este 80%.

Rezolvare:

$$[Al^{3+}] = C\alpha = 0{,}1 \times 0{,}8 = 8 \cdot 10^{-2};$$
$$[Cl^-] = 3C\alpha = 3 \times 810^{-2} = 24 \cdot 10^{-2}$$

(fiecare moleculă de $AlCl_3$ dă 1 ion de Al şi 3 ioni de clor).

Scanned with OKEN Scanner

6. Să se calculeze constanta de ionizare a unei soluții de acid 0,2 *m*, a cărui ionizare este 1,3%.

Rezolvare:

$$K = C\alpha^2 = 0{,}2 \cdot 0{,}013^2 = 3{,}38 \cdot 10^{-5}.$$

7. Să se determine gradul de ionizare pentru o soluție de acid acetic de concentrație 0,04 *m*, dacă constanta de ionizare $K = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$.

Rezolvare:

$$\alpha = \sqrt{\frac{17{,}6 \cdot 10^{-6}}{0{,}04}} = \sqrt{\frac{17{,}6 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-2}}},$$

$$\alpha \cong 2{,}10^{-2} \quad \text{sau} \quad 2\%.$$

8. Să se calculeze *p*H unei soluții de acid de concentrație 0,1 *m*, care este 1,5% ionizată.

Rezolvare:

$$[H^+] = C\alpha = 0{,}1 \times 0{,}015 = 0{,}0015;$$

$$p\text{H} = -\log(H^+) = -\lg 1{,}5 \cdot 10^{-3};$$

$$p\text{H} = 3 - \log 1{,}5 = 2{,}82.$$

9. La 90 ml soluție 0,1 *n* H_2SO_4 se adaugă 18 g H_2SO_4 cu $\rho = 1{,}8$ g/cm³. (Se presupune că amestecarea are loc fără variație de volum.) Se cere:

a) concentrația soluției în moli/l;

b) gradul de ionizare a soluției, dacă constanta de ionizare $K_i = 5{,}346$.

Rezolvare:

$$V_{H_2SO_4} = \frac{m}{\rho} = \frac{18}{1{,}8} = 10 \text{ ml}.$$

Volumul soluției: 90 + 10 = 100 ml;

90 ml 0,1 *n* H_2SO_4 = 0,0045 moli/l;

18 g H_2SO_4 = 0,184 moli H_2SO_4;

0,184 + 0,0045 = 0,188 moli în 100 ml = 1,88 moli/l;

$$K_i = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha} \quad \alpha = 0{,}9.$$

Scanned with OKEN Scanner

IX.3. PROBLEME PROPUSE

1. Să se calculeze constanta de ionizare, [H] şi pH-ul unei soluţii de acid care este 1,2% ionizată.

R. $K = 1{,}44 \cdot 10^{-5}$; $[H] = 1{,}2 \cdot 10^{-3}$; $p\text{H} = 2{,}11$.

2. Să se calculeze pH unei soluţii de hidroxid de concentraţie 0,5 m care este 10% ionizată.

R. $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-2}$; $[H^+] = 2 \cdot 10^{-13}$; $p\text{H} = 12{,}7$ (soluţie puternic alcalină).

3. Să se calculeze concentraţia ionilor de hidrogen şi pH-ul unei soluţii 0,001 m de acid acetic al cărei grad de ionizare este 0,2%.

R. $[H] = 2{,}10^{-3}$ ioni g/l; $p\text{H} = 2{,}7$.

4. Să se calculeze concentraţia ionilor de hidrogen şi pH-ul unei soluţii de KOH 0,005 m.

R. $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-2}$ ioni g/l; $[H] = 2 \cdot 10^{-13}$; $p\text{H} = 12{,}7$.

5. La ce concentraţie a soluţiei unui acid HA gradul de ionizare va fi 20% dacă constanta lui de ionizare este de $6 \cdot 10^{-5}$.

R. 0,0015 moli/l.

6. Să se determine concentraţia ionilor de clor şi stronţiu dintr-o soluţie 0,1 n de $SrCl_2$, considerînd ionizarea acestei sări completă.

R. $[Cl^-] = 0{,}1$ ioni g/l, $[Sr^{2+}] = 0{,}05$ ioni g/l.

7. Gradul de ionizare al hidroxidului de sodiu este de 90% într-o soluţie 0,1 n. Să se calculeze constanta de ionizare a hidroxidului de sodiu.

R. $9 \cdot 10^{-2}$.

8. Care este concentraţia ionilor de hidrogen dintr-o soluţie de acid sulfuros, ştiind că este 5% ionizată, iar $K = 10^{-7}$.

R. $[H^+] = 2 \cdot 10^{-6}$.

9. Să se determine concentraţia molară a unei soluţii de acid formic în care concentraţia ionilor de hidrogen este $6{,}4 \cdot 10^{-3}$, iar gradul de ionizare al acidului formic este de 3,2%.

R. $C = 0{,}2$ m.

10. Constanta de ionizare a acidului butiric monobazic $C_4H_8O_2$ este $K = 1{,}5 \cdot 10^{-5}$. Care este gradul de ionizare într-o soluţie 0,005 n?

R. $\alpha = 0{,}173$.

Scanned with OKEN Scanner

11. Care va fi concentrația hidroxidului de amoniu cînd acesta este 6% ionizat știind că constanta de ionizare este $K_i = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

R. $C = 5 \cdot 10^{-3}$ moli/l.

12. Gradul de disociere al acidului carbonic după treapta I ($H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$) într-o soluție 0,1 *n* este 0,17%. Să se calculeze constanta de ionizare pentru acest grad.

R. $K_i = 2{,}89 \cdot 10^{-7}$.

13. Să se determine concentrația ionilor de $[H^+]$ din soluția a cărui *p*H este 4,6.

R. $[H^+] = 10^{-5}$ ioni g/l.

14. Care este gradul de ionizare al unui acid ce are $K_i = 9 \cdot 10^{-6}$ în soluție 0,04 *m*? Să se calculeze $[H^+]$ și *p*H-ul în soluție.

R. $\alpha = 1{,}5 \cdot 10^{-2}$; $[H] = 6 \cdot 10^{-4}$; $pH = 3{,}21$.

15. Care este concentrația ionilor de OH^- din soluția a cărui *p*H este 10,8.

R. $[OH^-] = 6{,}25 \cdot 10^{-4}$ ioni g/l.

16. Să se exprime în ioni gram pe litru concentrația ionilor de potasiu și clor dintr-o soluție 0,3 *n* de KCl dacă gradul de ionizare este de 80%.

R. $[K^+] = 9{,}36$ ioni g/l;
$[Cl^-] = 8{,}50$ ioni g/l.

17. De cîte ori trebuie să crească concentrația ionilor de hidrogen dintr-o soluție pentru ca *p*H-ul acesteia să crească cu două unități?

R. 100 ori.

18. Cum se schimbă *p*H-ul apei distilate cu $pH = 7$, dacă la 1 litru de apă se adaugă 0,0001 moli NaOH?

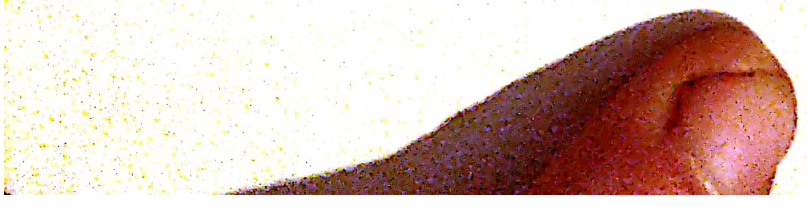
R. *p*H-ul crește cu 3 unități.

19. Ce volum dintr-o soluție de acid 0,5 *n* trebuie să se adauge la 10 ml soluție 0,1 *n* de hidroxid alcalin pentru ca *p*H-ul să fie egal cu 7.

R. 2 ml.

20. Care este *p*H-ul a 30 cm^3 soluție de HCl 0,1 *n* după ce s-au adăugat 30 cm^3 soluție NaOH 0,1 *n*?

R. $pH = 7$.



Scanned with OKEN Scanner

21. Să se determine *p*H-ul unei soluţii ce conţine într-un litru 0,91 g HCl, considerînd ionizarea acestuia completă.

R. *p*H = 1,6.

22. Să se calculeze *p*H-ul unei soluţii care conţine într-un litru 0,0051 g ioni hidroxid.

R. *p*H = 10,48.

23. Constanta de ionizare a unui electrolit slab *BA* este $K_i = 1{,}6 \cdot 10^{-5}$.

Să se calculeze: la ce concentraţie a electrolitului procentul său de ionizare va fi de 4%.

Care este $[H^+]$ şi *p*H-ul soluţiei, dacă electrolitul considerat este:

a) un acid slab?

b) o bază slabă?

R. $c = 10^{-2}$.

a) $[H^+] = 4 \cdot 10^{-4}$ *p*H = 3,4;

b) $[OH^-] = 4 \cdot 10^{-4}$ $[H^+] = 2{,}5 \cdot 10^{-11}$ *p*H = 10,6.

24. Cîţi ioni gram de amoniu se află într-un litru de soluţie 0,02 *m* de amoniac, ştiind că constanta sa de ionizare este $1{,}79 \cdot 10^{-6}$.

R. $1{,}8 \cdot 10^{-4}$ ioni g/l.

25. Să se calculeze $[H^+]$ şi *p*H-ul unei soluţii 0,05 *m* de HCl.

R. $[H^+] = 5 \cdot 10^{-2}$ ioni g/l; *p*H = 1,29.

X. TEORIA FENOMENELOR DE OXIDARE ŞI REDUCERE

X.1. NOŢIUNI TEORETICE

Teoria redox (L. V. Pisarjenski ş. a. 1914) are la bază următoarele şase idei:

1. Toate procesele chimice anorganice care au loc cu schimbarea valenţei sînt fenomene redox.

2. Oxidarea şi reducerea sînt fenomene cuplate (au loc simultan): în timp ce una din substanţe se oxidează, alta în mod necesar se reduce.

Scanned with OKEN Scanner

3. Oxidarea este un fenomen de cedare (pierdere) de electroni:
— la trecerea unui atom neutru în ion pozitiv:

$$Na^{\circ} \xrightarrow{-1e} Na^{+}$$

— la trecerea unui ion negativ în atom neutru sau în ion pozitiv:

$$S^{2-} \xrightarrow{-2e} S^{\circ} \xrightarrow{-4e} S^{4+}$$

— la creșterea valenței unui ion pozitiv:

$$Sn^{2+} \xrightarrow{-2e} Sn^{4+}$$

4. Rol de oxidant poate juca orice particulă (atom, ion) care acceptă electroni:
— atomii neutri ai nemetalelor:

$$Cl_2 \xrightarrow{+2e} 2Cl^{-}$$

— ionii pozitivi ai nemetalelor:

$$N^{3+} \xrightarrow{+3e} N^{\circ} \xrightarrow{+3e} N^{3-}$$

— ionii pozitivi ai metalelor:

$$Sn^{4+} \xrightarrow{+2e} Sn^{2+} \xrightarrow{+2e} Sn^{\circ}$$

În procesele redox, oxidantul se reduce.

Oxidanții cei mai obișnuiți sînt.
— oxidanții neutri: O_2, O_3, curentul electric;
— oxidanții acizi: HNO_3, H_2SO_4, H_2O_2, CrO_3; MnO_2, PbO_2;
— oxidanții bazici: hipocloriții, $K_3[Fe(CN)_6]$, $KMnO_4$.

5. Reducerea este un fenomen de captare de electroni,
— la trecerea unui atom neutru în ion negativ:

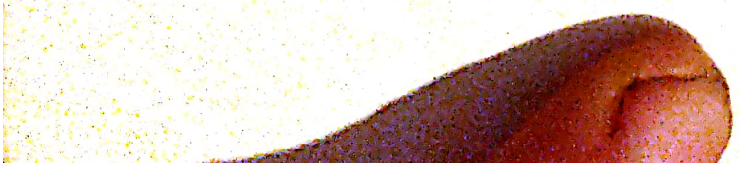
$$S^{\circ} \xrightarrow{+2e} S^{2-}$$

— la trecerea unui ion pozitiv în atom neutru sau în ion negativ:

$$Cl^{1+} \xrightarrow{+1e} Cl^{\circ} \xrightarrow{+1e} Cl^{1-}$$

— la micșorarea valenței unui ion pozitiv: $Sn^{4+} \xrightarrow{+2e} Sn^{2+}$

6. Reducătorul este o substanță care cedează electroni; în procesele redox, reducătorul se oxidează.



Scanned with OKEN Scanner

Rol de oxidant pot avea:

— atomii neutri ai nemetalelor:

$$Cl_2 \xrightarrow{+2e} 2Cl^-$$

— ionii pozitivi ai nemetalelor:

$$N^{5+} \xrightarrow{+5e} N^\circ \xrightarrow{+3e} N^{3-}$$

— ionii pozitivi ai metalelor:

$$Sn^{4+} \xrightarrow{+2e} Sn^{2+} \xrightarrow{+2e} Sn^\circ$$

Oxidanții cei mai obișnuiți sînt:

— oxidanții neutri: O_2, O_3, curentul electric;
— oxidanții acizi: HNO_3, H_2SO_4, H_2O_2, CrO_3, HNO_2, MnO_2, PbO_2;
— oxidanții bazici: hipocloriții, $K_3[Fe(CN)_6]$. NaOCl, $KMnO_4$.

Rol de reducător pot avea:

— atomii neutri ai tuturor elementelor (cu excepția fluorului și a gazelor inerte);

$$Na \xrightarrow{-1e} Na^+; \quad S^\circ \xrightarrow{-4e} S^{4+}$$

— ionii negativi ai nemetalelor:

$$Cl^{1-} \xrightarrow{-1e} Cl^\circ \xrightarrow{-1e} Cl^+$$

— ionii pozitivi ai elementelor:

$$Cr^{3+} \xrightarrow{-3e} Cr^{6+}; \quad Cl^{3+} \xrightarrow{-2e} Cl^{5+}$$

Reducătorii cei mai obișnuiți sînt: C, CO, metalele (în special cele din grupele I—III A), H_2S; Na_2S; SO_2, sulfiții și H_2SO_3, tiosulfații, H_2, curentul electric, reducătorii organici (H,COOH, CH_2O ș.a.m.d.) etc.

Oxidarea și reducerea electrolitică. Procesul de electroliză (v. cap. *Electroliza*) este cel mai simplu sistem redox:

— la anod, anionii se descarcă prin cedare de electroni, deci oxidîndu-se. Anodul joacă rol de oxidant;
— la catod, cationii se descarcă prin captare de electroni, deci reducîndu-se. Catodul joacă rol de reducător.

Scanned with OKEN Scanner

Clasificarea reacţiilor redox:

a) interatomice:

$$2C + O_2 = 2CO$$

şi intermoleculare:

$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

b) intramoleculare:

$$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$$

c) autoredox:

$$HNO_2 + 2HNO_2 = HNO_3 + 2NO + H_2O$$

X.2. PROBLEME REZOLVATE

1. Să se discute sistemul redox:

$$MnO_2 + Al \rightarrow Mn + Al_2O_3$$

şi să se stabilească coeficienţii.

Rezolvare:

Este un proces interatomic în care ambele elemente îşi modifică valenţa. Ecuaţiile redox sînt:

$$3 \mid Mn^{4+} \xrightarrow{+4e} Mn^{\circ} \quad \text{se reduce (oxidant)}$$

$$4 \mid Al^{\circ} \xrightarrow{-3e} Al^{3+} \quad \text{se oxidează (reducător).}$$

Electronii captaţi de Mn sînt cedaţi de Al (al cărui coeficient va fi 4), iar electronii cedaţi de Al sînt captaţi de Mn (al cărui coeficient va fi 3). Deci noua ecuaţie:

$$3MnO_2 + 4Al = 2Al_2O_3 + 3Mn$$

2. Să se discute sistemul redox:

$$Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + Na_2S$$

Rezolvare:

Este o reacţie autoredox, iar ecuaţiile redox sînt:

$$6 - 2 = 4 \mid \begin{array}{ll} S^{4+} \xrightarrow{-2e} S^{6+} & \text{se oxidează (reducător);} \\ S^{4+} \xrightarrow{+6e} S^{2-} & \text{se reduce (oxidant).} \end{array}$$

Scanned with OKEN Scanner

Coeficientul sulfitului de sodiu va fi dat de diferența 6—2 = 4. Deci, noua ecuație va fi:

$$4Na_2SO_3 = 3Na_2SO_4 + Na_2S$$

X.3. PROBLEME PROPUSE

Să se discute procesele redox și să se stabilească coeficienții:

1. $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$
$KClO_3 \rightarrow KCl + KClO_4$
$HClO \rightarrow HClO_3 + HCl$

2. $AuCl_3 + FeCl_2 \rightarrow Au + FeCl_3$
$BiCl_3 + SnCl_2 \rightarrow Bi + SnCl_4$
$FeCl_3 + H_2S \rightarrow S + FeCl_2 + HCl$

3. $B_2O_3 + Mg \rightarrow B + MgO$
$Sb_2O_3 + Fe \rightarrow Sb + FeO$

4. $Al + H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2\uparrow$
$S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO$
$H_2S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO + H_2O$

5. $KClO + Br_2 + H_2O \rightarrow HBrO_3 + KCl$
$J_2 + Cl_2 + H_2O \rightarrow HJO_3 + HCl$
$H_2SO_3 + HClO_3 \rightarrow HCl + H_2SO_4$
$H_2SO_3 + HClO_4 \rightarrow HCl + H_2SO_4$
$H_2S + JO_3 \rightarrow S + J_2 + H_2O$

6. $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + H_2O$
$MoO_3 + H_2 \rightarrow Mo + H_2O$
$Fe_2O_3 + C \rightarrow Fe + CO_2$
$H_2SO_4 + C \rightarrow CO_2 + H_2O + SO_2$

7. $H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O$
$H_2S + O_2 \rightarrow S + H_2O$
$NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$

8. $H_2S + H_2SO_3 \rightarrow S + H_2O$
$H_2S + SO_2 \rightarrow S + H_2O$
$HJ + HJO_3 \rightarrow J_2 + H_2O$

9. Să se stabilească ecuațiile complete ale reacțiilor următoare:

$$H_2S + H_2SO_3 \rightarrow S + H_2O$$

$$MnO_2 + HClO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + KCl + H_2O$$

$$Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + H_2O$$

Pentru fiecare reacție se va indica:

a) cine se oxidează și cine se reduce?

b) ce substanță și care anume dintre ionii sau atomii ce intră în compoziția ei este oxidant și care este reducător:

c) cum se schimbă valența oxidantului și valența reducătorului în urma reacției?

R. $2H_2S + H_2SO_3 = 3S + 3H_2O$

$3MnO_2 + HClO_3 + 7KOH = 3K_2MnO_4 + KCl + 4H_2O$

$Fe + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$

Scanned with OKEN Scanner

XI. ELECTROLIZA

XI.1. NOȚIUNI TEORETICE

Prin electroliză se înțelege procesul dirijării ionilor unui electrolit în cîmpul electric, stabilit între două conductoare numite electrozi, care sînt introduse în electrolit și sînt legate la bornele unui generator de curent continu (fig. 5).

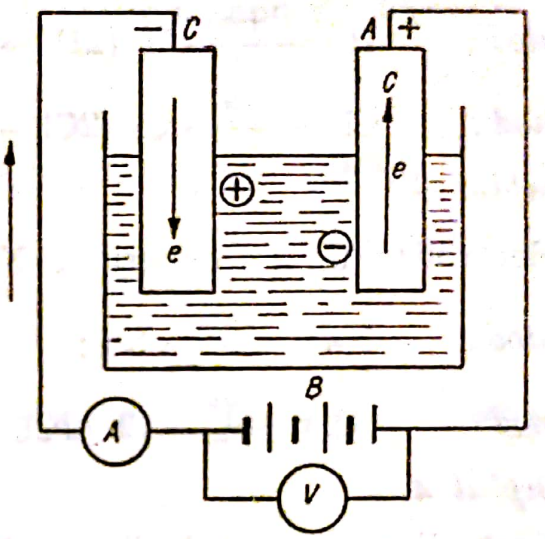


Fig. 5. Schema instalației de electroliză.

La electroliză se disting:

Reacții primare care constau în:

a) Migrarea ionilor la electrozi. Ionii pozitivi (cationii) migrează la polul negativ (catod), iar ionii negativi (anionii) migrează la polul pozitiv (anod).

b) Descărcarea ionilor și trecerea în atomi sau radicali liberi. Cationii se descarcă la catod, prin alipire de electroni cedați de catod (catodul este reducător). Anionii se descarcă la anod prin cedare de electroni (primiți de anod — anodul este deci oxidant).

Reacții secundare în care produsele de electroliză reacționează:

— între ele formînd molecule stabile;
— cu electrozii;
— cu electrolitul;
— cu dizolvantul.

Exemplul 1

La electroliza unei soluții apoase de $CuCl_2$ cu electrozi de Pt care nu reacționează cu produșii electrolizei:

la catod: $Cu^{2+} \xrightarrow{+2e} Cu$,

la anod: $2Cl^- \xrightarrow{-2e} 2Cl$ $(2Cl \rightarrow Cl_2\uparrow)$,

deci Cu se depune pe catod, iar Cl_2 se degajă la anod.

Exemplul 2

La electroliza unei soluții apoase de acid clorhidric cu electrozi de Pt:

la catod: $H^+ \xrightarrow{+1e} H$ $(2H \rightarrow H_2\uparrow)$;

la anod: $Cl^- \xrightarrow{-1e} Cl$ $(2Cl \rightarrow Cl_2\uparrow)$.

Exemplul 3

La electroliza unei topituri de NaCl:

la catod: $Na^+ \xrightarrow{+1e} Na$;

la anod: $Cl^- \xrightarrow{-1e} Cl$ $(2Cl \rightarrow Cl_2\uparrow)$.

Exemplul 4

La electroliza unei soluții de NaCl cu separarea anodului de catod:

la catod: se descarcă ioii de H^+ ai apei și se degajă H_2;

la anod: se degajă clor gazos;

în baie: ionii Na^+ și ionii OH^- ai apei formează NaOH.

Exemplul 5. Unii ioni (ca NO_3^-, SO_4^{2-}), deși participă la transportul curentului, nu se descarcă la anod; în locul lor se descarcă ionul OH^- al apei și se degajă O_2. În cazul electrolizei unei soluții apoase de acid sulfuric cu electrozi de platină:

la catod: $H^+ \xrightarrow{+1e} H$ $(2H \rightarrow H_2\uparrow)$;

la anod: $HO^- \xrightarrow{-1e} HO$ $(2HO \rightarrow H_2O + 1/2O_2\uparrow)$.

Ionii de H^+ ai apei se unesc cu ionul SO_4^{2-} pentru a forma H_2SO_4, în parte ionizat. Se observă că nu se schimbă cantitatea de electrolit

Scanned with OKEN Scanner

din soluție, rezultatul fiind același ca și cînd s-ar produce electroliza apei.

Exemplul 6. Dacă anodul este alcătuit dintr-un metal care pierde ușor electroni, atunci anodul se dizolvă. Astfel, la electroliza $AgNO_3$ cu anod de Ag:

la catod: $Ag^+ \xrightarrow{+1e} Ag$;

la anod: metalul anodului se dizolvă: $Ag \xrightarrow{-1e} Ag^+$.

În soluție, cantitatea de $AgNO_3$ rămîne neschimbată, iar ionul NO_3^- nu reacționează la electrozi.

Dacă însă se electrolizează $AgNO_3$ cu **anod de Pt:**

la catod: $Ag^+ \xrightarrow{+1e} Ag$;

la anod: $HO^- \xrightarrow{-1e} HO$ $(2HO \rightarrow H_2O + 1/2O_2\uparrow)$.

În acest caz, cantitatea de ioni de Ag^+ **din soluție** scade, iar ionul NO_3^- rămîne în soluție ca HNO_3.

XI.2. LEGILE CANTITATIVE ALE ELECTROLIZEI. M. FARADAY 1834

Prima lege a lui Faraday stabilește:
„cantitățile de substanțe separate la electrozi sînt proporționale cu cantitatea de electricitate consumată la electroliză":

$$m = KQ = Kit,$$

în care:

m este cantitatea de substanță separată la electrod;
Q — cantitatea de electricitate consumată;
i — intensitatea curentului;
t — timpul de electroliză,

dacă:

$$i = 1\ A \text{ și } t = 1 \text{ secundă},$$

atunci $m = K$, K se numește echivalent electrochimic și reprezintă: „cantitatea de substanță separată la electrozi prin trecerea unei cantități de electricitate egală cu unitatea".

Scanned with OKEN Scanner

În tabela 3 sînt dați echivalenții electrochimici ai cîtorva elemente.

Tabela 3

Echivalenții electrochimici ai cîtorva elemente

Element	K_{mg}	Element	K_{mg}	Element	K_{mg}	Element	K_{mg}
H	0,01045	Ag	1,11800	Ba	0,71171	Cu	0,65876
O	0,08290	Al	0,09316	Ca	0,20767	Hg	1,03940
Cl	0,36743	As	0,25876	Co	0,30539	Mn	0,28461
Br	0,82815	Au	0,68117	Cr	0,17965	Pb	1,07363

A doua lege a lui Faraday stabilește:

„cantitățile de substanțe separate la electrozi sînt proporționale cu echivalenții-gram ai substanțelor".

Experimental s-a dovedit că, pentru separarea unui echivalent-gram din orice substanță, este nevoie de o aceeași cantitate de electricitate: 96500 C sau $\frac{96\,500}{3\,600} = 26{,}8$ Ah, care se numește *număru (constanta) lui Faraday* și se notează cu F.

Mărimea F rezultă prin împărțirea echivalentului-gram al substanței la echivalentul ei electrochimic (ambele exprimate în grame):

(Ag) $107{,}8 : 0{,}001118 = 96500$ C;

(Cu) $\frac{63{,}5}{2} : 0{,}00032935 = 96500$ C;

(H) $1{,}008 : 0{,}000010446 = 96500$ C.

Constanta F este una din mărimile fundamentale de mare importanță. Ea este egală cu suma sarcinilor elementare ale ionilor dintr-un ion-gram de ioni monovalenți. Din punct de vedere teoretic este importantă deoarece dovedește natura corpusculară a electricității.

1 atom-gram element . . . N atomi ($6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomi);

1 echivalent-gram ion monovalent . . . 96 500 C (F),

sarcina elementară $= e = \frac{F}{N} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C,

1 C $= 10$ u.e.m., deci $e = 1{,}6 \cdot 10^{-20}$ u.e.m.

sau: $e = 1{,}6 \cdot 10^{-20} \cdot 3 \cdot 10^{10} = 4{,}8 \cdot 10^{-10}$ u.e.s.

Scanned with OKEN Scanner

XI.3. RANDAMENT DE CURENT

În practică, electroliza este însoțită de pierderi de curent datorită diferitelor rezistențe sau scurtcircuite din celula de electroliză.

Gradul de utilizare al cantității de curent se apreciază în funcție de *randamentul de curent*, care reprezintă fracțiunea de cantitate de curent folosită util într-un proces de descompunere electrolitică.

Randamentul de curent (η_c) se poate exprima:

a) În funcție de curent consumat:

$$\eta_c = \frac{q_t}{q_p},$$

unde:

q_t este cantitatea de curent care trebuie utilizată teoretic (conform legii lui Faraday);

q_p — cantitatea de curent folosită practic.

b) În funcție de substanța eliberată prin electroliză:

$$\eta_c = \frac{g_p}{g_t},$$

unde:

g_p este cantitatea de produs obținută practic;

g_t — cantitatea de produs obținută teoretic (conform legii lui Faraday).

Randamentul de curent are valoare subunitară, se exprimă însă ca randament procentual $\eta_c \cdot 100$.

XI.4. PROBLEME REZOLVATE

1. Ce cantități de H_2 și O_2 se vor obține la electroliza apei, în timp de 50 min, sub un curent de 1 200 amperi? Ce volum vor ocupa H_2 și O_2 obținut?

Rezolvare:

Cantitatea de electricitate consumată poate fi exprimată în coulombi, ca și în amperi-oră:

$$Q = i \cdot t \qquad i = 1\,200\ A;$$

$$t = 50\ \text{min};$$

$$Q = 1\,200 \cdot 50 \cdot 60 = 3\,600\,000\ \text{coulombi}$$

Scanned with OKEN Scanner

sau:

$$Q = 1\,200 \cdot \frac{5}{6} = 1\,000 \text{ amperi-oră.}$$

Un echivalent-gram de hidrogen (1 g H_2) va fi eliberat de:

$$96\,500 \text{ coulombi sau } \frac{96\,500}{3\,600} = 26{,}8 \text{ amperi-oră:}$$

$$26{,}8 \text{ Ah} \ldots\ldots 1 \text{ g } H_2;$$

$$1\,000 \text{ Ah} \ldots\ldots x = 37{,}3 \text{ g} \cdot H_2$$

și, știind că în apă avem $\frac{H}{O} = \frac{1}{8}$, înseamnă că oxigenul este:

$$37{,}3 \cdot 8 = 298{,}4 \text{ g } O_2$$

Știind că în apă avem (în volume) $\frac{H}{O} = \frac{2}{1}$, scriem că:

$$2 \text{ g } H_2 \ldots\ldots\ldots 22{,}4 \text{ l } H_2;$$

$$37{,}3 \text{ g } H_2 \ldots\ldots\ldots x = 417{,}76 \text{ l } H_2 \text{ și}$$

$$\text{vol. } O_2 = 417{,}76 : 2 = 208{,}88 \text{ l } O_2$$

Se poate verifica rezultatul la volumul O_2 astfel:

$$32 \text{ g } O_2 \ldots\ldots\ldots 22{,}4 \text{ l } O_2;$$

$$298{,}4 \text{ g } O_2 \ldots\ldots\ldots x = 208{,}88 \text{ l } O_2$$

2. Cu ce intensități de curent se va lucra pentru ca în 6 ore să se producă 99 m³ gaz exploziv ($H_2 + \frac{1}{2}O_2$)? Cîte kilograme de apă vor fi necesare?

Rezolvare:

— Pentru 1 mol H_2 (2 g H_2) sînt necesare:

$$2 \cdot 26{,}8 = 53{,}6 \text{ Ah.}$$

— Pentru 1 m³ H_2:

$$\frac{53{,}6 \cdot 1\,000}{22{,}4} = 2\,390 \text{ Ah.}$$

— În 99 m³ gaz exploziv sînt:

$$\frac{2}{3} \cdot 99 = 66 \text{ m}^3 \text{ } H_2,$$

— deci pentru 66 m³ H_2 trebuie:

$$66 \cdot 2\,390 = 157\,740 \text{ Ah.}$$

Scanned with OKEN Scanner

— Intensitatea de curent necesară va fi:

$$157\,740 : 6 = 26\,290 \text{ A.}$$

— 66 m^3 H_2 = 66 000 l H_2 și 66 000 : 22,4 = 2946,4 moli H_2

— 2 946 moli H_2 corespund la 2 946,4 moli H_2O și 1 mol H_2O = 18 g.

— Apa necesară va fi deci:

$$2\,946{,}4 \times 18 = 53\,035{,}2 \text{ g} = 53{,}0352 \text{ kg } H_2O$$

3. O soluție obținută prin dizolvarea a 0,45 g alamă (aliaj Cu + + Zn) a fost supusă electrolizei. Pentru separarea curpului s-au consumat 482,5 coulombi. Să se determine în procente conținutul de cupru în alamă.

Rezolvare:

$$E_{Cu} = 63{,}5 : 2 = 31{,}8;$$

96 500 coulombi ..... 31,8 g Cu;

482,5 coulombi ..... x;

$$x \cong 0{,}15 \text{ g Cu.}$$

Alama conține (la 0,45 g): 0,15 g Cu și 0,30 g Zn;

$$(Cu)\ \frac{0{,}15}{0{,}45} \cdot 100 = 33{,}3\%; \qquad (Zn)\ \frac{0{,}30}{0{,}45} \cdot 100 = 66{,}7\%.$$

4. Cîte grame se depun la catod prin trecerea printr-o soluție de $CuSO_4$ a unui curent cu intensitatea de 5 amperi timp de 20 min?

Rezolvare:

$$Q = i \cdot t = 5 \cdot 20 \cdot 60 = 7000 \text{ coulombi;}$$

masa atomică a Cu = 63,5;

$$E_{Cu} = 63{,}5 : 2 \cong 31{,}8;$$

96 500 C ..... 31,8 g Cu;

7 000 ..... x;

$$x \cong 2{,}3 \text{ g Cu.}$$

5. La trecerea unui curent de 1,5 amperi în 31 min prin soluția sării unui metal trivalent s-au depus la catod 1,07 g metal. Se cere masa atomică a metalului.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

$$Q = i \cdot t;$$

$$Q = 1{,}5 \cdot 30 \cdot 60 = 2\,700 \text{ coulombi};$$

2 700 coulombi ..... 1,07 g metal;

96 500 coulombi ..... x;

$x = 38{,}2$ g Me^{III} (echivalentul metalului);

$$E = \frac{\text{masa}}{\text{valență}};$$

— masa atomică a $Me^{III} = 38{,}2 \times 3 \cong 114{,}6$.

6. Prin soluția de $CuSO_4$ se trece un curent de 5 amperi-oră (Ah). La catod se depun 5,6 g Cu. Să se determine randamentul de curent.

Rezolvare:

Randamentul de curent este dat de raportul dintre masa practică de cupru depus și masa teoretică ce trebuie să se depună:

$$\eta\% = \frac{\text{g pr.}}{\text{g teor.}} \cdot 100.$$

Cantitatea de electricitate necesară pentru depunerea a 1 echivalent-gram Cu poate fi exprimată în:

coulombi (amperi-secundă) 96 500;

amperi-oră ..... $\frac{96\,500}{60 \times 60} = 26{,}8.$

Cantitatea teoretică de cupru ce trebuie să se depună se determină astfel:

$$E_{Cu} = \frac{63{,}5}{2} = 31{,}8;$$

26,8 Ah ..... 31,8 g Cu;

5 Ah ..... x;

$x = 5{,}93$ g Cu.

Randamentul de curent va fi:

$$\eta = \frac{5{,}6}{5{,}93} = 0{,}944 \text{ sau:}$$

$$\eta\% = \frac{5{,}6}{5{,}93} \cdot 100 = 94{,}4\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

7. Să se determine intensitatea de curent, știind că în 4 h se depun 10 g Cu, dintr-o soluție de $CuSO_4$.

Rezolvare:

a) legea a doua a electrolizei:

$$1\ EG_{Cu}\left(\frac{64}{2} = 32\ g\right) \ldots\ldots\ 1\ F\ (26{,}8\ Ah);$$

$$10\ g \ \ldots\ldots\ x = 8{,}4\ Ah;$$

b) $Q = i \cdot t;\ i = \frac{Q}{t} = \frac{8{,}4}{4} = 2{,}1\ A.$

8. Să se determine timpul de electroliză, știind că un curent de 10 A pune în libertate 5,6 l H_2.

Rezolvare:

a) legea a doua:

$$26{,}8\ Ah \ \ldots\ldots\ 1\ EG\ H_2\ (1\ g \text{ sau } 11{,}2\ l);$$

$$x = 13{,}4\ Ah \ \ldots\ldots\ 5{,}6\ l;$$

b) $Q = i \cdot t;\ t = \frac{Q}{i} = \frac{13{,}4}{10} = 1{,}34\ h.$

9. Să se determine E_{Cd}, dacă pentru a depune 1 g Cd din soluția unei sări proprii, trebuie să treacă 1717 C.

Rezolvare:

$$1\ F\ (96\,500\ C) \ldots\ldots\ x = E_{Cd};$$

$$1\,717\ C \ldots\ldots\ 1\ g\ Cd;$$

$$x = 56.$$

10. Un curent de 2 A trece timp de 10 minute printr-o soluție de H_2SO_4. Se cer:

— schema electrolizei;

— volumele de H_2 și O_2 separate la electrozi.

Rezolvare:

a) disocierea: $H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+ + SO_4^{2-}$

electroliza: $2H^+ \rightarrow K;\ SO_4^{2-} \rightarrow A$

$$(K)\ 2H^+ \xrightarrow{+2\bar{e}} 2H \rightarrow H_2\uparrow$$

$$(A)\ SO_4^{2-} \xrightarrow{-2\bar{e}} SO_4$$

$$SO_4 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + {}^1/_2\ O_2\uparrow;$$

Scanned with OKEN Scanner

b) $Q = i \cdot t = 2 \times 10 \times 60 = 1\,200$ C;

c) pentru H_2:

1 F (96 500 C) ..... 1 E_{H_2} (1 g sau 11,2 l);

1 200 C ..... x = 0,14 l H_2;

d) pentru O_2:

știind că H : O = 2 : 1 (volum);

$O_2 = 0{,}14 : 2 = 0{,}07$ l O_2.

XI.5. PROBLEME PROPUSE

1. Să se determine echivalentul electrochimic al metalelor: Cu (masa atomică 63,54), Ag (masa atomică 107,88).

R. 0,329 mg; 1,118 mg.

2. Să se determine intensitatea de curent, știind că:

a) în 10 minute din soluția unei sări de argint se depune 1 g Ag.

R. 1,5 A.

b) dintr-o soluție de sulfat de cupru se depune 10 g Cu în 4 ore.

R. 2,1 A.

c) prin electroliza unei soluții de acid sulfuric se degajă 1 l H_2 în condiții normale. Timpul de electroliză este 1 oră.

R. 0,15 A.

3. Să se determine timpul de electroliză, știind că:

a) un curent de 10 A pune în libertate 5,6 l H_2 în condiții normale.

R. 1,34 ore.

b) un curent de 0,8 A depune dintr-o soluție de $CuSO_4$, 10 g metal.

R. 1 oră.

4. Să se determine echivalentul:

a) cadmiul, dacă pentru a depune 1 g Cd din soluția unei sări proprii trebuie să treacă 1 717 C.

R. $E_{Cd} = 56$.

b) platinei, dacă un curent de 5 A, în timp de 10 minute, depune din soluția unei sări proprii 1,517 g metal.

R. $E_{Pt} = 49$.

Scanned with OKEN Scanner

c) Ag, Cu și Ni, știind că echivalentul electrochimic al hidrogenului este 0,01044.

R. $E_{Ag} = 108$; $E_{Cu} = 31,8$; $E_{Ni} = 2,3$.

5. O soluție de clorură de magneziu ($MgCl_2$) este supusă electrolizei timp de o oră la un curent de 2,5 A. Ce produse s-au format la catod și la anod și în ce cantitate?

R. 2,7 g $Mg(OH)_2$; 3,3 g Cl_2.

6. Să se determine cantitățile de fier care se separă în două băi galvanice, sub un curent de 2 A, timp de 1 oră, dacă una din băi conține o soluție de sulfat feros și cealaltă o soluție de sulfat feric.

R. 2,08 g Fe și 1,14 g Fe.

7. Pentru determinarea echivalentului unui metal bivalent necunoscut se leagă în serie două băi galvanice: prima conține o soluție de sulfat de cupru, din care se depune 0,3472 g Cu, iar a doua conține soluția unei sări a metalului necunoscut, din care se depun 0,6486 g de metal. Se cere echivalentul și masa atomică a metalului.

R. $E_{Me} = 59,35$; masa atomică = 118,7 (staniu).

8. Un curent de 50 A a depus în 5 ore 281 g Cu. Să se determine randamentul de curent.

R. $\eta \cong 95\%$.

9. Se electrolizează o soluție de sulfat de nichel timp de 15 minute și 30 secunde sub un curent de 0,6 amperi. Se cere:

a) cantitatea de nichel separată la catod;

b) randamentul de curent, în cazul cînd se separă 0,162 g de nichel.

R. 0,1698 g Ni; 95,4.

10. Se supune la electroliză cu electrozi inerți 0,250 l soluție 0,7 *n* sulfat de cupru. Ce produse și în ce cantități se separă la electrozi?

R. 6 g Cu; 1,5 l O_2.

11. Cîți ml soluție 0,1 *m* HCl se consumă pentru dizolvarea Zn metalic separat la electroliză, știind că s-au consumat 4 825 C?

R. 500 ml HCl 0,1 *m*.

12. O bară de oțel, paralelipipedică, cu dimensiunile $10 \times 2 \times 0,2$ cm, se acoperă electrolitic cu un strat de nichel ($\rho \cong 9$ g/ml)

Scanned with OKEN Scanner

de 0,1 mm grosime. Se cere cantitatea de metal depusă și intensitatea curentului, dacă timpul de electroliză este de 50 minute.

R. 4,03 g Ni; 4,4 A.

13. O placă de oțel de 10 × 20 cm se acoperă electrolitic pe o singură parte cu un strat de crom ($\rho \cong 6{,}9$ g/ml) gros de 0,25 mm. Baia conține soluția unei sări de Cr^{3+}, iar intensitatea de curent este de 0,2 A. Se cere cantitatea de crom depusă și timpul de electroliză.

R. 34,5 g Cr; 268 ore.

14. Dintr-o soluție de sulfat de nichel se depune electrolitic 0,74 g Ni cu ajutorul a 2 450 C. Se cere echivalentul și masa atomică a nichelului. Ce volum ocupă gazul degajat la anod, la 17 °C și 1 atm?

R. $E_{Ni} = 29$; masa atomică a Ni = 58; 0,14 l O_2

15. Pe suprafața laterală a unui cilindru cu $i = 16$ cm și $\varnothing = 6$ cm, se depune pe cale galvanică un strat de aur gros de 0,005 mm. Cît curent și cîtă sare de $K[Au(CN)_2]$ se consumă (Au = 19,3 g/cm³)?

R. = 1,419 A; 4,24 g sare.

16. Ce cantitate de Mn metalic se obține la electroliza unei soluții de $MnCl_2$, sub un curent de 2 A, timp de 40 minute, dacă randamentul de curent este de 68%.

R. 0,92 g.

17. O soluție de HCl se supune electrolizei timp de 10 secunde, intensitatea curentului fiind 10 A. Făcînd abstracție de fenomenele de polarizație, se cer:

a) echivalentul electrochimic al clorului;

b) volumele de gaz degajate la electrozi și cantitățile lor exprimate în moli.

R. *a)* 0,00037; *b)* volumul H_2 = volumul Cl_2 = 0,0112 l; 0,0005 moli Cl_2; 0,0005 moli H_2.

18. Se supun electrolizei 9,50 g $MgCl_2$ topită timp de 1 oră. Intensitatea curentului 10 A. Se cere:

a) cantitatea de Mg depusă la catod și numărul de moli de Cl degajat la anod;

b) cantitatea de $MgCl_2$ rămasă netransformată.

R. *a)* 1,118 g Mg; 0,047 moli Cl_2; *b)* 5,08 g $MgCl_2$.

Scanned with OKEN Scanner

XII. PROBLEME GENERALE ÎN LEGĂTURĂ CU CONCENTRAȚIA SOLUȚIILOR, ELECTROLIZA ȘI TEORIA REACȚIILOR REDOX

XII.1. PROBLEME REZOLVATE

1. Bioxidul de sulf reacționează cu bromul elementar, în mediu apos și rezultă acid bromhidric și acid sulfuric. Să se analizeze acest proces redox. Să se determine numărul de moli de brom intrați în reacție, dacă acidul sulfuric rezultat s-a neutralizat cu 100 ml soluție 1 *m* NaOH.

Rezolvare:

$$SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightarrow 2HBr + H_2SO_4$$

$S^{4+} \xrightarrow{-2e^-} S^{6+}$ se oxidează; (e reducător)

$Br_2^0 \xrightarrow{+2e^-} {}_2Br^{-1}$ se reduce; (e oxidant.)

$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

1 mol NaOH (40 g) ..... 0,5 mol H_2SO_4

4 g ..... x = 0,05 mol H_2SO_4

1 mol H_2SO_4 ..... 1 mol Br_2

0,05 moli H_2SO_4 ..... x = 0,05 mol Br_2.

2. Acidul sulfuros reacționează cu acidul cloric și se formează acid sulfuric și acid clorhidric.

Să se analizeze acest proces redox.

Câți moli de acid sulfuros au intrat în reacție, dacă amestecul de acizi rezultat s-a neutralizat cu 150 ml soluție 0,5 *n* hidroxid de sodiu?

Rezolvare:

$$3H_2SO_3 + HClO_3 \rightarrow HCl + 3H_2SO_4$$

3 | $S^{4+} \xrightarrow{-2e} S^{6+}$ se oxidează; e reducător.

1 | $Cl^{5+} \xrightarrow{+6e} Cl^-$ se reduce; e oxidant.

1000 ml sol 0,5 *n* ..... 20 g NaOH

150 ..... x = 3 g NaOH

$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$

$3H_2SO_4 + 6NaOH = 3Na_2SO_4 + 6H_2O$

$(HCl + 3H_2SO_4) \longleftrightarrow 3H_2SO_3 \longleftrightarrow 7NaOH$

3 g NaOH $\longleftrightarrow$ 0,032 moli H_2SO_3

Scanned with OKEN Scanner

3. Sulfura arsenioasă este oxidată de acidul azotic la acid arsenic, obținîndu-se, de asemenea, acid sulfuric și oxid de azot. Să se analizeze acest proces redox. Dacă se obțin 6,72 l oxid de azot, să se calculeze cantitatea de soluție acid azotic 20% intrată în reacție.

Rezolvare:

$$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \rightarrow 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4 + 28NO$$

$$3 \;\Big|\; 2As^{+3} \xrightarrow{-2x2e^-} 2As^{+5} \text{ se oxidează (e reductor)}$$

$$3S^{-2} \xrightarrow{-3x8e^-} 3S^{+6}$$

$$28 \;\Big|\; N^{+5} \xrightarrow{+3^-} N^{+2} \text{ se reduce (e oxidant)}$$

$$HNO_3 \longleftrightarrow NO$$

63 g HNO_3 . . . . .22,4 l NO

x 6,72

$x = 18{,}9$ g HNO_3 100%

$$\frac{18{,}9 \cdot 100}{20} = 94{,}5 \text{ g } HNO_3 \text{ 20\%}.$$

4. Ce cantitate de zinc și acid clorhidric 10% sînt necesare pentru a prepara 15 l hidrogen, dacă pierderile reprezintă 8%?

Rezolvare:

— Reacția care are loc este:

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

— Din ecuația chimică rezultă raportul de echivalență:

$$H_2 \longleftrightarrow Zn \longleftrightarrow 2HCl$$

22,4 l H_2 ... 65,38 g Zn ..... 72,93 g HCl

15 l H_2 ..... x ..... $y \cdot \frac{10}{100}$

$$x = \frac{65{,}38 \cdot 15}{22{,}4} = 43{,}78 \text{ g Zn}$$

$$y = \frac{15 \cdot 72{,}93 \cdot 100}{22{,}4 \cdot 10} = 488 \text{ g HCl 10\%}.$$

— Cum pierderile sînt 8%, înseamnă că va trebui mai mult Zn și HCl, și anume:

Scanned with OKEN Scanner

Pentru (100 − 8) = 92 g Zn trebuie ..... 100 g Zn și pentru

43,78 g Zn ..... x = 47,59 g Zn

Analog și pentru HCl

100 − 8 = 92 g HCl ..... 100 g HCl

488 g HCl ..... y = 530,8 g HCl 10%.

5. Din 560 m³ H_2 se fabrică NH_3, care apoi se transformă în HNO_3 după schema:

$$NH_3 + 2\,O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$$

Se cere:

a) volumul de aer în condiții normale necesar pentru obținerea N_2 utilizat în sinteza amoniacului;

b) volumul de aer (20% O_2) în condiții normale necesar fabricării HNO_3;

c) cantitatea de soluție 63% de HNO_3 ce se obține.

Rezolvare:

a) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

$NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$

3·22,4 m³ H_2 ..... 22,4 m³ N_2

560 m³ H_2 ..... x = 186,7 m³ N_2

$$\cong \frac{186,7 \times 5}{4} \cong \frac{933,5}{4} \cong 233,3 \text{ m}^3 \text{ aer};$$

b) $NH_3 \longleftarrow 2O_2 \longrightarrow HNO_3 \longleftarrow {}^3/_2\ H_2$

$\frac{3}{2} \cdot 22,4$ m³ H_2 ..... 2 · 22,4 · 5 m³ aer

560 ..... x = 3 733 m³ aer;

c) 3 · 22,4 m³ H_2 ..... 2.63 kg HNO_3

560 ..... x = 1 050 kg HNO_3

= 1 666,7 kg HNO_3 63%.

6. Se supun electrolizei 5 l soluție 0,2 n de $CuSO_4$ până când concentrația soluției scade la 0,04 normal. Intensitatea curentului fiind 10 A se cere:

a) cantitatea de cupru depusă la catod;

b) timpul necesar electrolizei.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

a) $E\ CuSO_4 \cdot 5H_2O = 125$ g

$5 \cdot 0{,}2 \cdot 125 = 125$ g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ inițial

$5 \cdot 0{,}04 \cdot 125 = 25$ g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ final

100 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ consumat

250 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ..... 64 g Cu

100 ..... $x = 25{,}6$ g Cu depus la catod;

b) $P = k.i.t$;

96 500 C ..... 32 g Cu;

$$1\ C \ldots \qquad x = \frac{32}{96\,500};$$

$$t = \frac{P}{k \cdot i} = \frac{25{,}6 \cdot 96\,500}{32 \cdot 10} = 7\,720\ s = 2{,}15\ h.$$

7. Se neutralizează 40 ml dintr-o soluție alcalină cu 24 ml soluție 0,5 *n* de acid oxalic. Se cere:

a) cantitatea de $H_2C_2O_4$ din soluție;

b) normalitatea soluției alcaline.

Rezolvare:

a) 1 000 ml soluție. . . . . .45 · 0,5 g $C_2H_2O_4$

24 ml . . . . . .$x = 0{,}54$ g;

b) $$\frac{VH_2C_2O_4}{VNaOH} = \frac{nNaOH}{nH_2C_2O_4}.$$

Concentrația NaOH: $\frac{24 \cdot 0{,}5}{40} = 0{,}3\ n.$

8. Se dizolvă 112 litri HCl gazos în apă astfel ca volumul soluției să fie 10 l. Se cere:

a) normalitatea și moralitatea soluției de HCl;

b) concentrația ionilor de hidrogen la litru de soluție, știind că HCl e total disociat;

c) volumul soluției 0,1 *n* NaOH ce neutralizează soluția HCl.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

a) $\frac{112}{22,4} = 5$ moli $= 5 \cdot 36,5$ g HCl $= 5$ E HCl

10 l soluție . . . . . 5 E
1 l . . . . . $x = 0,5$ E. Deci soluția este: 0,5 n HCl
0,5 m HCl;

b) 1 l soluție . . . . . 0,5 × 36,5 = 18,25 g HCl
36,5 g HCl . . . . . 1 ion gram H^+
18,25 . . . . . $x = 0,5$ ioni gram H^+

$$\frac{V\text{NaOH}}{V\text{HCl}} = \frac{n\text{HCl}}{n\text{NaOH}}$$

$$\text{NaOH} = \frac{10 \cdot 0,5}{0,1} = 50 \text{ l NaOH } 0,1 \text{ } n.$$

9. Din 0,5 l soluție 0,2 n de $NiSO_4$ s-au depus, prin electroliză, 0,77 g Ni la trecerea unei cantități de curent de 2 500 coulombi. Se cere:

a) echivalentul chimic și masa atomică a Ni;
b) volumul gazului care se degajă la anod;
c) masa soluției rămase.

Rezolvare:

a) 2 500 C. . . . . 0,77 g Ni
96 500 C . . . . . $x = 29,6$

$$A = E \cdot V = 29,6 \cdot 2 \simeq 59;$$

b) $NiSO_4 \rightleftharpoons Ni^{2+} + SO_4^{2-}$

$2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$

$$2OH^- \xrightarrow{-2\bar{e}} 2OH \rightarrow H_2O + {}^1/_2\, O_2$$

59 g Ni. . . . . 11,2 l O_2
0,77 g Ni. . . . . $x = 0,146$ l O_2;

c) $0,5 \cdot 0,2 \cdot \frac{155}{2} = 7,75$ g $NiSO_4$ în 0,5 l soluție

59 g Ni . . . . . 155 g $NiSO_4$
0,77 g . . . . . $x = 2,02$ g $NiSO_4$ consumat
7,75 — 2,02 = 5,73 g $NiSO_4$ rămas.

Scanned with OKEN Scanner

10. La trecerea curentului cu $i = 1{,}5$ A timp de 30 minute prin soluția unui metal trivalent s-au depus la catod 1,07 g metal.

Să se determine masa atomică a metalului.

Rezolvare:

$Q = i \cdot t = 1{,}5 \cdot 1\,800 = 2\,700$ coulombi

2 700 coulombi . . . . . 1,07 g metal

96 500 . . . . . $x = 38{,}24$ g (E_{metal})

$A = n \cdot E = 3 \cdot 38{,}24 = 114{,}72$ (indiu).

11. Prin electroliza unui litru soluție 30% sulfat de zinc ($\rho = 1{,}2$ g/cm³) se colectează la anod 280 cm³ gaz.

Se cere:

a) cantitatea de substanță depusă pe catod;

b) cantitatea de $ZnSO_4$ rămasă în soluție;

c) cantitatea de substanță nouă ce apare în soluție;

d) timpul necesar efectuării electrolizei dacă se folosește un curent cu intensitatea de 1,5 A.

Rezolvare:

Schema electrolizei:

la catod: $Zn^{2+} \xrightarrow{+2e} Zn$;

la anod: $HO^- \xrightarrow{-1e} HO$ $(2HO \rightarrow H_2O + 1/2\ O_2\uparrow)$.

În soluție, ionii de H^+ ai apei se unesc cu ionul SO_4^{2-} pentru a forma H_2SO_4 în parte ionizat.

a) Calculul cantității de substanță depusă pe catod.

Din schema electrolizei se observă că în timp ce pe catod se depune 1 atom-gram de Zn, adică 65 g Zn, la anod se degajă $^1/_2$ moli O_2, adică 11,200 l O_2,

dacă la 11 200 cm³ O_2. . . . . 65 g Zn

280 cm³ . . . . . $x = 1{,}625$ g Zn.

b) Calculul cantității de $ZnSO_4$ ce rămîne în soluție. Masa soluției: $m = V\rho = 1\,000$ cm³ $\cdot$ 1,2 g/cm³ $= 1\,200$ g.

dacă 100 g soluție $ZnSO_4$ 30% cuprins de 30 g $ZnSO_4$

1200 g . . . . . $y = 360$ g $ZnSO_4$

Cantitatea de $ZnSO_4$ descompusă prin electroliză este:

La 65 g Zn . . . . . 161 g $ZnSO_4$

1,625 g Zn . . . . . $z = 4{,}025$ g $ZnSO_4$

În soluție a rămas cantitatea:

$$360 - 4{,}025 = 355{,}97 \text{ g } ZnSO_4$$

c) Calculul cantității de substanță nouă apărută în soluție:
Este H_2SO_4 ce rezultă prin reacția secundară.
Din 161 g $ZnSO_4$ prin electroliză rezultă 98 g H_2SO_4

4,025 g $ZnSO_4$ . . . . . $x = 2{,}45$ g H_2SO_4

d) Calculul timpului necesar efectuării electrolizei.
Din legea a doua a electrolizei:

La $\frac{65}{2}$ g Zn . . . . . 96 500 C

1,625 g Zn . . . . . $y = 4\,825$ C

$$t = \frac{Q}{i} = \frac{4825}{1{,}5} = 3\,243 \text{ s.}$$

12. Ce cantitate de acid sulfuric 60% se poate prepara din 7,5 t pirită (FeS_2) cu 8,7% gangă, dacă pierderile de SO_2 reprezintă 3,8%?

Rezolvare:
— Reacțiile care au loc sînt:

$$4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$

$$SO_2 + {}^1/_2O_2 = SO_3$$

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

— Dacă ganga reprezintă 8,7%, înseamnă că în 100 t pirită impură sînt $100 - 8{,}7 = 91{,}3$ t FeS_2 100%.

Deci:
100 t FeS_2 conțin 91,3 t FeS_2 100%,
7,5 t FeS_2 vor conține $x = 6{,}85$ t FeS_2 100%.
— Din ecuațiile chimice scrise rezultă raportul de echivalență:

$$FeS_2 \longrightarrow 2SO_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$$

Adică:

120 t FeS_2 . . . . . 2 · 98 t H_2SO_4

6,85 t FeS_2 . . . . . x · 0,6 t H_2SO_4

$$x = 18{,}66 \text{ t } H_2SO_4 \text{ 60\%.}$$

Scanned with OKEN Scanner

— Cum pierderile sînt 3,8%, înseamnă că din 100 t H_2SO_4 60% rămîn numai 100 — 3,8 = 96,2 t H_2SO_4 60%.

Deci:

din 100 t H_2SO_4 rămîn 96,2 t H_2SO_4, atunci,

din 18,66 t H_2SO_4 vor rămîne x = 18 t H_2SO_4 60%.

XII. 2. PROBLEME PROPUSE

1. Un amestec echimolecular de oxid feros şi oxid feric se dizolvă în 4 l soluţie $\frac{1}{2}m$ HCl. Se cer cantităţile de oxid feros şi oxid feric din amestec.

R. 18 g FeO; 40 g Fe_2O_3

2. Cîţi cm^3 soluţie 0,2 n H_2SO_4 se consumă pentru dizolvarea Cd metalic depus la electroliza unei soluţii de $CdSO_4$, sub un curent de 3 A, timp de o oră?

R. 560 cm^3 sol. 0,2 n H_2SO_4

3. O substanţă anorganică A are compoziţia: Mg : C : O = 2 : 1 : 4. Prin descompunerea termică a combinaţiei A se obţine un oxid bazic B, care este neutralizat cu 50 ml soluţie H_2SO_4 1,5 m. Cu ce cantitate de combinaţie A s-a lucrat?

R. 6.3 g

4. Să se analizeze procesul redox:

$$FeSO_4 + HIO_3 + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$

Din reacţie rezultă 0,5 moli de iod. Acidul sulfuric intrat în reacţie s-a găsit în 500 cm^3 soluţie. Ce concentraţie procentuală a avut soluţia:

R. 49%.

5. Trioxidul de arsen e oxidat de acidul azotic la acid arsenic. Ce cantitate de soluţie HNO_3 6,3% se consumă dacă se obţin 44,8 l NO la 27°C şi 0,1 atm.

R. 180 g HNO_3 6,3%.

6. 0,1 kmoli acid azotic oxidează sulfura arsenioasă la acid arsenic, obţinîndu-se acid sulfuric şi oxid de azot. Ce cantitate de soluţie 0,5 n de H_2SO_4 se poate prepara cu acidul sulfuric rezultat.

R. 120 l sol H_2SO_4 0,5 n.

Scanned with OKEN Scanner

7. Se combină 6,5 g H_2 cu 27 g Cl_2. O treime din HCl rezultat este folosit la prepararea unei soluţii 20% ; iar restul se tratează cu FeS în scopul obţinerii H_2S.

Se cere :

a) cantitatea de soluţie HCl 20% obţinută ;

b) volumul ocupat de gazul rămas în exces, în condiţii normale, în urma reacţiei dintre H_2 şi Cl_2 ;

c) cantitatea de H_2S obţinută admiţînd că reacţiile sînt cantitative.

R. *a)* 46,25 g HCl 20% ; *b)* 64,28 l H_2 ; c) 8,6 g H_2S

8. O probă de 30 g magnezit se dizolvă în 300 cm^3 soluţie H_2SO_4 1 *n*. Excesul de acid se neutralizează cu 25,5 cm^3 soluţie KOH 0,8 *m*. Care a fost puritatea magnezitei (mineral care conţine carbonat de magneziu)?

R. 38,6%.

9. O placă de oţel de dimensiunile 10×5 cm se acoperă electrolitic pe cele 2 feţe cu un strat de crom de 0,2 mm grosime. Baia electrolitică conţine 6 l soluţie 1 normală de $CrCl_3 \cdot 6H_2O$. Intensitatea curentului fiind de 10 A, iar greutatea specifică a Cr=6,9 g/cm^3, se cere :

a) timpul necesar electrolizei ;

b) normalitatea soluţiei rămase.

R. *a)* 10,8 ore ; *b)* 0,33 *n*.

10. Pentru a dizolva 5 g Al impur se consumă 100 ml soluţie 2 *m* de H_2SO_4.

Se cer :

a) volumul de H_2 degajat, măsurat la 27 °C şi 30 atm ;

b) procentele de Al şi de impurităţi din Al impur.

R. *a)* 0,16 l H_2 ; *b)* 72% Al ; 28% impurităţi.

11. Se fabrică 365 kg acid clorhidric prin sinteză directă. Jumătate din acidul clorhidric se dizolvă în apă, astfel ca soluţia obţinută să aibă 36,5% concentraţie. Cealaltă jumătate se Pune în contact cu etilena în vederea obţinerii clorurii de etil.

Se cere :

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor ;

b) să se determine volumele de hidrogen şi de clor, în condiţii normale, necesare în sinteza acidului clorhidric ;

Scanned with OKEN Scanner

c) masa soluției de acid clorhidric;
d) cantitatea de clorură de etil rezultată.

R. *a)* $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl$
$C_2H_4 + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl$;
b) 112 m^3 H_2 și 112 m^3 Cl_2;
c) 500 kg soluție 36,5% HCl;
d) 322,5 kg C_2H_5Cl.

12. O cantitate de 7,8 g amalgam de potasiu reacționează cu H_2O. Soluția alcalină rezultată se neutralizează cu 6,3 g HNO_3.

Se cere:

a) conținutul procentual de potasiu în amalgam;
b) concentrația procentuală a soluției de KOH care s-a format, dacă inițial s-au folosit 196,2 g apă.

R. *a)* 50%; *b)* 2,8%.

13. Se tratează 440 g sulfură feroasă cu acid clorhidric. Rezultă un gaz.

Se cere:

a) volumul gazului rezultat, măsurat în condiții normale;
b) volumul de aer (cu 20% oxigen) necesar arderii complete a gazului;
c) densitatea gazului în raport cu aerul;
d) cantitatea de soluție de NaOH 20% care se combină cu gazul.

R. *a)* 112 l H_2S; *b)* 840 l aer; *c)* 1,17; *d)* 2 000 g soluție NaOH 20%.

14. Reacționează 100 g fluorină ce conține 90% CaF_2 cu 500 g soluție 49% acid sulfuric. Reacția este totală? Care din substanțe este în exces? Cîți moli de acid fluorhidric se obțin.

R. reacția nu este totală; în exces este H_2SO_4; 2,3 moli HF.

15. Cît calcar de 90% puritatea și HCl de 20% concentrație se consumă pentru a obține 150 m^3 CO_2 în condiții normale.

R. 670 kg $CaCO_3$ sau 744 kg calcar 90%;
488,8 kg HCl sau 2445 kg soluție 20%

16. MnO_2 este redus aluminotermic și rezultă un metal și oxid de aluminiu.

Se cere:

a) să se discute acest proces redox;
b) cantitatea de Al necesară pentru a reduce 6 moli MnO_2;

Scanned with OKEN Scanner

c) cantitatea (moli) de Al_2O_3 obținută;

d) volumul de H_2SO_4 2 *m* necesar dizolvării Al_2O_3 format;

e) volumul ocupat, în stare de vapori, în condiții normale, de H_2O de la punctul *d)*.

R. *a)* $3MnO_2 + 4Al = 2Al_2O_3 + 3Mn$;
b) 216 g Al; *c)* 4 moli Al_2O_3; *d)* 61 l sol. 2*m* H_2SO_4;
268,8 l H_2O vap.

17. Acidul sulfuros reacționează cu acidul percloric și produce acid clorhidric și acid sulfuric.

Se cere:

a) să se discute acest proces redox;

b) cantitatea de H_2SO_4 rezultată, dacă este neutralizat de 500 ml soluție NaOH 0,5 *m*;

c) volumul de HCl rezultat, la 27 °C și 0,5 atm;

d) cantitatea de $Ca(OH)_2$ neutralizată de HCl rezultat și volumul în cm^3 soluție $Ca(OH)_2$ 0,1 *n* obținut cu cantitatea calculată de bază.

R. *a)* $4H_2SO_3 + HClO_4 = HCl + 4H_2SO_4$; *b)* 12,25 g H_2SO_4; *c)* 0,7 l HCl;
d) 3,1 l soluție 0,1 *n* $Ca(OH)_2$

18. Fosforul elementar reacționează în mediu apos cu HNO_3 și rezultă acid fosforic și oxid de azot (NO).

Se cere:

a) să se discute acest proces redox;

b) cantitatea (în moli) de HNO_3 necesară pentru a obține 1,5 moli acid fosforic;

c) numărul de ml soluție 0,25 *m* H_3PO_4 ce se obține cu acidul de la punctul *b)*;

d) cantitatea în vali de $Ca(OH)_2$ care neutralizează H_3PO_4 de la punctul *b)*.

R. *a)* $3P + 5HNO_3 + 2H_2O = 3H_3PO_4 + 5\ NO$;
b) 2,5 moli HNO_3 *c)* 6 l sol 0,25 *m* H_3PO_4; *d)* 4,5 vali $Ca(OH)_2$.

19. Se amestecă:

400 g soluție 10% H_2SO_4 ($\rho = 1,07$ g/cm^3);
800 cm^3 soluție 10% H_2SO_4 ($\rho = 1,07$ g/cm^3)
600 cm^3 H_2O.

Se cere concentrația procentuală și molaritatea soluției rezultate.

R. 6,2% și molaritatea 0,7.

Scanned with OKEN Scanner

20. La fabricarea HCl de sinteză se consumă 11,2 m^3 de hidrogen pe oră. Acidul clorhidric fabricat se dizolvă în apă obținîndu-se o soluție de 36,5%. Se cere:

a) cantitatea (în kmoli) de acid clorhidric fabricată într-o zi;

b) cantitatea de NaCl ce trebuie electrolizată pentru a obține clorul necesar în fabricație;

c) cantitatea de apă consumată la obținerea soluției de acid clorhidric;

d) numărul de damigene de 50 l capacitate necesar depozitării soluției de HCl (se consideră $\rho_{sol} = 1$ g/cm³);

e) densitatea și densitatea față de aer a Cl_2 și HCl; de cîte ori Cl_2 este mai greu decît HCl?

R. a) 24 kmoli HCl; *b)* 1 404 kg NaCl; *c)* 1524 kg apă; *d)* 2 400 kg HCl 36,5% ~ 48 damigene; *e)* 3,16 g/l; 2,4; 1,6 g/l; 1,25; de 1,95 ori.

21. *a)* ce cantități de sulfură feroasă (FeS) și HCl 36% sînt necesare pentru a obține 500 l H_2S?

b) la ce cantitate de acid sulfuric (în grame) se ajunge prin oxidarea H_2S obținut?

c) ce cantitate de soluție 40% de NaOH este necesară pentru neutralizarea H_2SO_4 obținut?

d) ce cantitate de NaCl este necesară pentru ca prin electroliza ei să se obțină NaOH necesar la punctul *c)*?

R. *a)* 1964,3 g FeS; 452,2 g HCl 36%; *b)* 2 187,2 g H_2SO_4; *c)* 4464,25 g NaOH 40%; *d)* 1 785,72 g NaOH pur; 2611,58 g NaCl.

22. Se fabrică acid fosforic din 30 t fosforit cu 5% impurități și acid sulfuric $\frac{m}{2}$. Presupunînd că toate reacțiile au loc cantitativ, se cere:

a) cantitatea de H_3PO_4 obținută;

b) cantitatea de H_2SO_4 utilizată;

c) masa soluției 10% de $Ca(OH)_2$ care reacționează cu H_3PO_4 obținut.

R. a) 18,02 t H_3PO_4; b) 27 030 kg H_2SO_4 curat; 551 m^3 H_2SO_4 $m/2$; *c)* 204 t $Ca(OH)_2$ 10%.

23. Clorul se poate obține prin acțiunea acidului clorhidric asupra bioxidului de mangan.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se discute acest proces redox;

b) să se calculeze volumul de clor (în litri şi moli) degajat, dacă se lucrează cu 1 500 cm^3 soluţie 2 *n*.

R. *a)* $MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$;

b) 175 l Cl_2; 7,8 moli Cl_2.

XIII. SISTEMUL PERIODIC AL ELEMENTELOR DUPĂ D. I. MENDELEEV

D. I. Mendeleev în 1869 enunţă *legea periodicităţii* „proprietăţile elementelor sînt funcţii periodice ale maselor lor atomice" şi dă primul sistem periodic al elementelor.

Ulterior s-a stabilit că proprietatea neperiodică, în funcţie de care variază periodic celelalte proprietăţi, este numărul atomic.

Moseley, în decursul cercetărilor sale, descoperă *numărul atomic* numit şi *număr de ordine*. Van der Brek arată că numărul atomic este identic cu numărul de ordine (Z) şi egal cu numărul de sarcini pozitive ale nucleului fiecărui atom. Atomul fiind neutru din punct de vedere electric, rezultă că numărul atomic este egal şi cu numărul sarcinilor electrice negative din atom.

Sistemul periodic al elementelor este compus din 7 *perioade*, 8 *grupe principale* (inclusiv grupa elementelor 0 valente) şi 8 *grupe secundare*.

În grupele principale sînt aşezate elementele care au proprietăţi asemănătoare cu cele ale primului element din grupă. Exemplu: gr. I: Li, Na, K, Rb, Cs (primul element Li). Elementele electropozitive (metalele) sînt plasate în grupele din stînga, iar cele electronegative (metaloizi) în grupele din dreapta sistemului periodic. Caracterul electropozitiv de-a lungul unei perioade descreşte, crescînd în acelaşi timp caracterul electronegativ.

În grupele principale, caracterul electropozitiv creşte de sus în jos, o dată cu numărul atomic. Elementele cele mai electropozitive sînt plasate în colţul din stînga jos (Cs), iar elementele cele mai electronegative sînt plasate în colţul din dreapta sus al sistemului periodic (F).

Scanned with OKEN Scanner

În grupele de la mijlocul sistemului periodic, mai ales în grupa IV, trecerea de la caracterul electronegativ al capului de grupă (C) la caracterul electropozitiv se face net, pe măsură ce coborîm în grupă. Carbonul este un metaloid tipic, siliciul prezintă unele forme alotropice cu caracter metalic, germaniul are caracter şi metaloidic şi metalic, staniul şi plumbul sînt metale, dar prezintă şi caractere metaloidice.

În grupele secundare sînt aşezate elementele care au un caracter slab electropozitiv ce mai poartă denumirea şi de elemente de trecere sau „tranziţionale". În stare liberă şi în valenţe inferioare au toate caracter metalic.

Toate proprietăţile chimice şi majoritatea celor fizice, anume toate cele determinate de straturile exterioare de electroni, variază periodic. Ex.: valenţa, caracterul electrochimic, caracterul compuşilor oxigenaţi şi hidrogenaţi, volumul atomic, volumul ionic, punctele de topire şi fierbere, tensiunea de ionizare, spectre optice etc.

XIII. 1. PROBLEME PROPUSE

1. Să se scrie:

Simbolurile elementelor din grupele principale şi secundare.

2. În cîte subgrupe ale sistemului periodic sînt aşezate elementele de tranziţie? Cîte sînt ca număr? Scrieţi simbolurile lor.

3. Care au fost principiile care au stat la baza clasificării elementelor de către D. I. Mendeleev?

Rezolvare:

Mendeleev a considerat:

a) legea periodicităţii ca o lege naturală, nu ca o metodă de sistematizare;

b) mărimea masei atomice este cea care determină caracterul chimic şi proprietăţile unui element;

c) că nu toate elementele existente în natură au fost descoperite (Ga, Ge, care au fost descoperite ulterior);

d) proprietăţile elementelor se pot deduce din analogia şi homologia lor;

e) schimbă în două locuri ordinea elementelor, după nevoile impuse de periodicităţii.

4. Să se arate care sînt inversiunile pe care Mendeleev le-a făcut în sistemul periodic?

R. Co — Ni; Te — I.

Scanned with OKEN Scanner

5. Să se arate punctele mai puţin clare ale sistematizării făcute de D. I. Mendeleev, care au dus la dispute ştiinţifice timp de mai mulţi ani.

R. Inversiunile Co — Ni; Te — I, aşezarea grupei elementelor rare după grupa VIII, perioada foarte scurtă H—He, plasarea lantanidelor în aceeaşi căsuţă.

6. Denumiţi elementele cu numerele de ordine 43, 61, 85, 87. Erau cunoscute pe vremea lui Mendeleev? Se găsesc în natură?

R. Tc, Pm, At, Fr, Nu. Aceste elemente au fost cunoscute abia după descoperirea radioactivităţii. Nu se găsesc în natură, toate sînt radioactive.

7. Ce denumire poartă elementele cu numerele de ordine 58—71 inclusiv? Dar cele cu numerele de ordine 90—104? Să se motiveze răspunsul.

8. În care parte a sistemului periodic sînt plasate elementele electropozitive şi cele electronegative? Dar cele cu caracter slab electropozitiv?

R. Elementele electropozitive sînt plasate în partea stîngă a sistemului periodic, cele electronegative în partea dreaptă; iar cele cu caracter slab electropozitiv numite şi elemente tranziţionale, în grupele secundare.

9. Cum variază în perioade valenţa elementelor faţă de hidrogen? dar faţă de oxigen?

R. De la grupa I pînă la grupa IV inclusiv, valenţa faţă de hidrogen creşte şi este egală cu numărul grupei. De la grupa V pînă la grupa VII valenţa scade cu creşterea numărului grupei, fiind egală cu diferenţa între 8 şi numărul grupei. Valenţa elementelor faţă de oxigen creşte de la 1—8, valenţa maximă a elementelor corespunde cu numărul grupei din care fac parte. Fac excepţie O,F, Br; din grupe VIII numai Ru şi Os au valenţa maximă 8; iar elementele grupei I secundare (Cu, Au) au valenţe mai mari ca numărul grupei.

10. Datorită faptului că o serie de elemente în combinaţiile lor cu oxigenul formează şi legături peroxi cu gruparea —O—O—, în care atomul central aparent are o valenţă mai mare decît în realitate, să se arate:

a) dacă se cunoaşte un alt element în afară de oxigen, faţă de care se poate determina valenţa maximă pozitivă a elementelor;

b) să se scrie pe grupe combinaţiile elementelor faţă de elementul stabilit.

R. *a)* Un alt element constant monovalent şi puternic electronegativ faţă de care se poate determina valenţa maximă a elementelor este fluorul. Fluorul formează compuşi cu toate elementele şi exclude neajunsul din cazul oxigenului (legăturile peroxi).

b) Grupe:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	0
Combinaţia:	RF	RF_2	RF_3	RF_4	RF_5	RF_6	RF_7	RF_8	0

Scanned with OKEN Scanner

11. Cum variază în grupă şi perioadă caracterul electrochimic? Care elemente sînt cele mai electropozitive? Dar cele mai electronegative?

R. Caracterul electropozitiv creşte de sus în jos, în acelaşi sens scade caracterul electronegativ. Cs, Ra sînt cele mai electropozitive elemente; F este cel mai electronegativ.

12. Care elemente se numesc semimetale? Să se arate din ce cauză se numesc astfel.

R. B, Si, Ge, As, Sb. Aceste elemente posedă ambele caractere şi cel metoloidic şi cel metalic, ele fac trecerea de la metale la metaloizi de aceea au fost numite semimetale.

13. Cunoscîndu-se variaţia caracterului electropozitiv, să se arate cum variază bazicitatea hidroxizilor elementelor în grupe şi perioade.

R. În grupe, bazicitatea hidroxizilor creşte de sus în jos, pe măsură ce creşte caracterul electropozitiv. De exemplu, grupa II principală:

$Be(OH)_2$	caracter amfoter.
$Mg(OH)_2$	caracter slab bazic.
$Ca(OH)_2$	caracter bazic mai pronunţat.
$Sr(OH_2)_2$	caracter bazic puternic.
$Ba(OH)_2$	caracter bazic foarte puternic.

14. Să se arate cum variază caracterul acid şi stabilitatea combinaţiilor de tipul HX în grupe şi perioade.

R. În grupe, caracterul acid al combinaţiilor de tipul HX creşte de sus în jos (ex. $HCl \rightarrow HI$). În perioade creşte de la stînga la dreapta. Stabilitatea acizilor creşte în perioade de la stînga la dreapta, iar în grupe de jos în sus $HI \rightarrow (H_2F_2)$.

15. Să se arate:

a) cum variază tăria acizilor oxigenaţi în grupe şi perioade;

b) pe baza răspunsului de la punctul *a)* să se indice care dintre acizii $H_2[Sn(OH)_6]$; $H[Sb(OH)_6]$; H_6TeO_6; HIO_4 este cel mai tare, dar dintre acizii $HClO_4$, HIO_4?

R. *a)* În grupe, tăria acizilor oxigenaţi scade de sus în jos, iar în perioade creşte de la stînga la dreapta.

b) acidul cel mai tare din prima serie de acizi este HIO_4, iar din a doua serie de acizi, $HClO_4$.

16. Cum variază raza ionilor în cazul unui element ce posedă mai multe trepte de valenţă pozitivă.

R. Raza ionului scade pe măsură ce creşte valenţa pozitivă a elementului.

Ex.: $r_i\ Pb^{4-} > Pb^0 > Pb^{2+} > Pb^{4+}$

Scanned with OKEN Scanner

17. Cunoscînd că elementele din grupele secundare sînt polivalente, să se arate variaţia caracterului electropozitiv în cazul Mn.

R. Caracterul electropozitiv scade de la Mn^{2+} la Mn^{7+} astfel: Mn^{2+} — caracter metalic stabil; Mn^{3+} — caracter metalic instabil; Mn^{4+} — caracter amfoter; Mn^{6+} — caracter metaloidic instabil; Mn^{7+} — caracter tipic metaloidic.

18. Să se arate cum variază proprietăţile oxido-reducătoare ale halogenilor cu creşterea numărului de ordine. Care este cauza acestei variaţii?

R. Activitatea oxidantă: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

activitate reducătoare: $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$

O dată cu creşterea numărului de ordine al halogenilor creşte numărul total de electroni care înconjură nucleul, se măreşte raza atomică electronii exteriori se îndepărtează tot mai mult de nucleu şi atracţia către nucleu scade. În acelaşi timp scade şi afinitatea atomilor faţă de electroni, precum şi stabilitatea legăturii dintre electroni şi nucleu în ionii negativi.

19. Ce se înţelege prin tensiune de ionizare şi cum variază aceasta la elementele sistemului periodic?

R. Prin tensiune de ionizare a atomilor unui element se înţelege energia minimă, măsurată în electron-volţi, necesară smulgerii unui electron dintr-un atom cu formare de ion pozitiv.

Metalele alcaline au cea mai mică tensiune de ionizare, iar gazele inerte, cea mai mare. În grupele principale, tensiunea de ionizare scade pe măsură ce Z creşte, iar în perioade, creşte o dată cu Z.

20. Cum se poate determina numărul de elemente dintr-o perioadă?

R. Folosind regula lui Rydberg $A = 2n^2$, în care $n = 1, 2, 3, 4$:

$n = 1$ $A = 2$ corespunde perioadei I;
$n = 2$ $A = 8$ corespunde perioadelor II şi III;
$n = 3$ $A = 18$ corespunde perioadelor IV şi V;
$n = 4$ $A = 32$ corespunde perioadei VI.

Sensul acestor numere apare numai în lumina teoriei cuantelor.

21. Să se facă o scurtă caracterizare a elementelor din grupele I şi II principale, arătîndu-se totodată ce denumiri mai poartă.

R. Elementele grupei I se numesc metale alcaline, hidroxizii lor sînt baze puternice, cele ale grupei II se numesc alcalino-pămîntoase, formează oxizi greu fuzibili şi hidroxizi cu reacţie puternic alcalină.

22. În cîte grupe se împart oxizii? Să se arate caracteristicile principale ale fiecărei grupe de oxizi.

R. *a)* oxizi bazici, formaţi de elementele grupei I şi II principale, parţial grupa III principală, de elementele din subgrupele secundare în valenţă minimă şi de elementele de la baza sistemului periodic (perioada VI).

Scanned with OKEN Scanner

b) oxizi acizi, formaţi de elementele grupelor VII, VI, III (B), grupele IV şi V primele perioade, precum şi elementele din grupele secundare în valenţă superioară.
c) oxizi amfoteri, formaţi de elementele din centrul sistemului periodic (Be, Al, Se, Sn, Pb, As, Sb), precum şi de elementele din grupele secundare.

23. Să se indice proprietăţile elementelor care variază în mod periodic.

R. Valenţă, caracter electrochimic, volum atomic, volum ionic, tensiune de ionizare, spectre optice, proprietăţi magnetice, culoarea ionilor, puncte de fierbere şi topire (multe excepţii de la regulă).

24. Culoarea ionilor fiind o proprietate periodică, să se indice elementele din sistemul periodic care formează ioni coloraţi. Ce legătură există între culoarea ionilor şi structura atomilor?

R. Fe, Cu, Mn, Co, Ni Cr, substraturi electronice incomplete.

25. Care sînt numerele atomice ale elementelor grupei IV principală? Indicaţi numărul atomic al elementului eka-Pb. Se găseşte acesta în natură sau este eventual produs?

26. Litiul este paramagnetic în timp ce beriliul este diamagnetic. Paramagnetismul calciului este într-o oarecare măsură mai mare decît acel al potasiului. Explicaţi aceasta.

XIV. STRUCTURA ATOMULUI

XIV. 1. NOŢIUNI TEORETICE

Atomul este format dintr-un nucleu în care sînt concentrate toate sarcinile pozitive, şi aproape toată masa, şi din electroni ce se rotesc în jurul nucleului pe diferite orbite. Orbitele au forma unor eclipse, nucleul găsindu-se într-unul din focarele elipsei, şi se grupează pe nivele şi subnivele de energie (Sommerfeld).

Mecanica cuantică înlocuieşte determinismul clasic privind mişcarea electronului în atom, deoarece nu este posibilă determinarea poziţiei şi vitezei unui electron în atom, pentru că determinarea unui parametru deranjează starea energetică a atomului, încît nu mai poate fi determinat celălalt (principiul incertitudinii lui Heisenberg),

Scanned with OKEN Scanner

cu probabilitatea, ca electronul să poată fi găsit în orice punct al spațiului din jurul nucleului. Noțiunea clasică de orbită este înlocuită cu cea de orbital.

Orbitalul reprezintă regiunea din jurul nucleului în care probabilitatea de a întîlni electronul este maximă (densitate maximă a norului electronic).

Fiecare orbital este caracterizat prin anumite valori ale numerelor cuantice: *principal, secundar, magnetic, spin.*

Numărul cuantic principal determină nivelele de energie (straturile de electroni) din atomi și poate lua valori de la 1—7. Aceste valori coincid cu seriile spectrelor de raze X și cu perioadele din tabelul lui Mendeleev.

Straturile de electroni se mai notează în ordinea depărtării de nucleu cu litere după cum urmează:

$$n = 1 \ldots\ldots\ldots K;$$
$$n = 2 \ldots\ldots\ldots L;$$
$$\vdots$$
$$n = 7 \ldots\ldots\ldots Q.$$

Numărul total de electroni de pe un nivel este dat de expresia:

$$2 \sum_{l=0}^{l=n} (2n + 1) = 2n^2.$$

Numărul cuantic secundar (l) determină energia substraturilor de electroni dintr-un strat și poate lua valori de la 0 . . . , la $n - 1$.

Substraturile se notează prin litere $s(l = 0)$; $p(l = 1)$; $d(l = 2)$; $f(l = 3)$. Numărul de electroni de pe un substrat poate fi calculat cu ajutorul formulei: $2(2l + 1)$ astfel pentru $s = 0, 1, 2, 3, 4$ etc. numărul maxim de electroni va fi de 2; 6; 10; 14; 18 etc.

Electronii din același substrat au aceeași energie, în absența unui cîmp exterior.

Alte numere cuantice ce caracterizează mișcarea electronului în atom sînt: *numărul cuantic magnetic* (m) și *numărul cuantic de spin* sau *spinul* (s).

Numărul cuantic magnetic indică poziția pe care o capătă orbitalii dintr-un substrat, în prezența unui cîmp magnetic. Poate lua valori de la $-1, \ldots . 0 \ldots . +1$.

Spinul reprezintă rotația electronului în jurul axei sale. Poate avea două valori: $+1/2$ și $-1/2$, după cum sensul de rotație al electronului corespunde, sau nu, cu sensul de rotație al acelor de ceasornic.

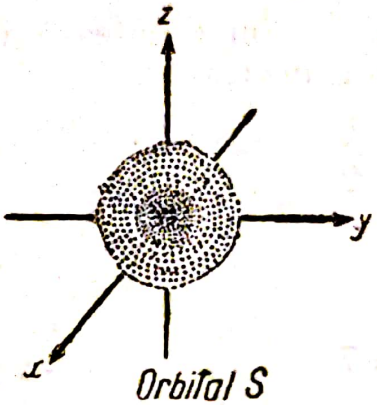
Scanned with OKEN Scanner

Completarea straturilor cu electroni în atomi se face conform principiului lui Pauli: într-un atom nu pot exista 2 electroni cu aceleaşi valori pentru toate numerile cuantice.

Cunoaşterea mărimii, formei şi orientării orbitalilor din stratul de valenţă ne ajută la înţelegerea comportării electronilor de valenţă.

Mărimea orbitalului este dată de valoarea lui n, forma lui de valoarea lui l, iar orientarea în spaţiu, de valoarea lui m.

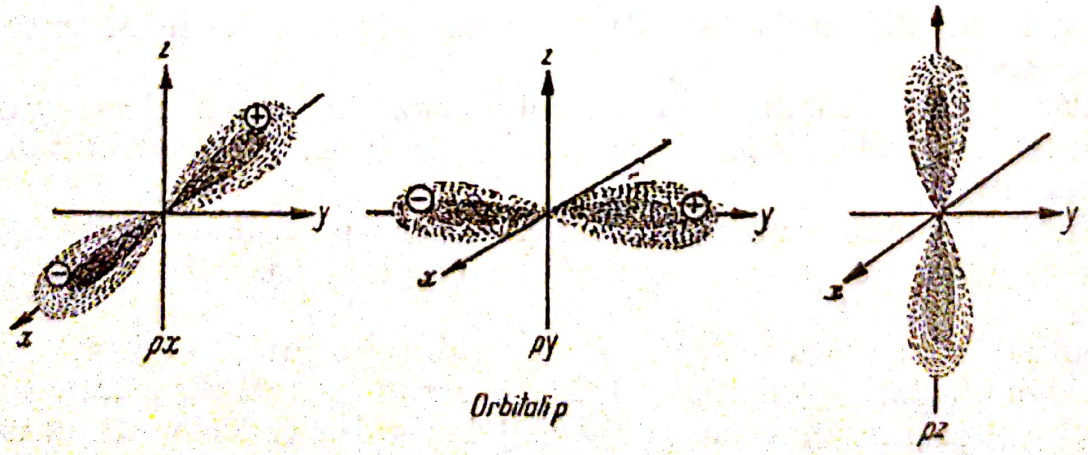
Orbitalii s au funcţiile de undă ce descriu mişcarea electronului în jurul nucleului continui, nu depind de coordonatele spaţiale ale electronilor, ci numai de distanţa faţă de nucleu. Au simetrie sferică, deci stabilitate maximă, nefiind influenţaţi de prezenţa unui cîmp exterior.



Orbital S

Formele orbitalilor p, d, f, depind de coordonatele spaţiale ale electronilor, au direcţii preferenţiale în spaţiu, corespunzînd direcţiilor valenţelor. Prezenţa unui cîmp exterior produce orientarea acestora după direcţia liniilor de forţă. Au energie mai mare, deci stabilitate mai mică, decît orbitalii s.

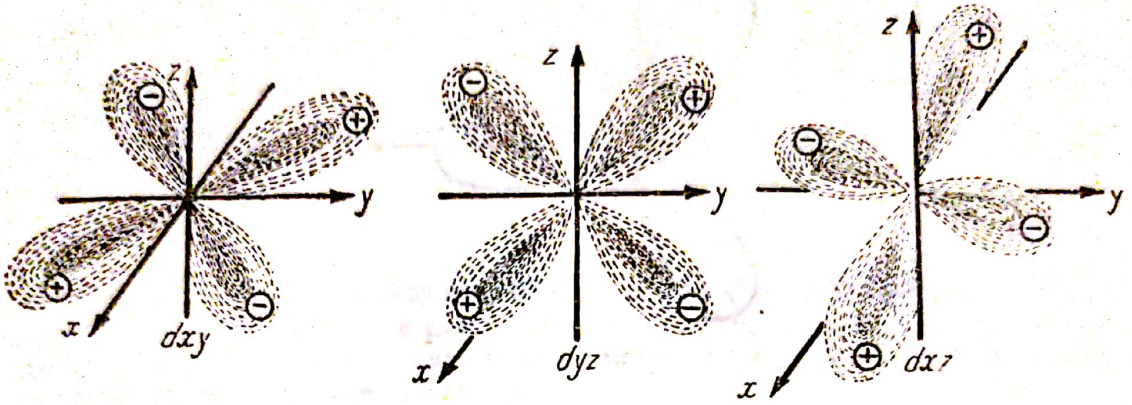
Orbitalii p sînt formaţi din 2 lobi separaţi printr-un plan nodal ce trece prin nucleu, în care densitatea electronică este 0 şi funcţia de undă îşi schimbă semnul. Cei trei orbitali p formează între ei unghiuri de 90° fiind orientaţi pe axele X, Y, Z.

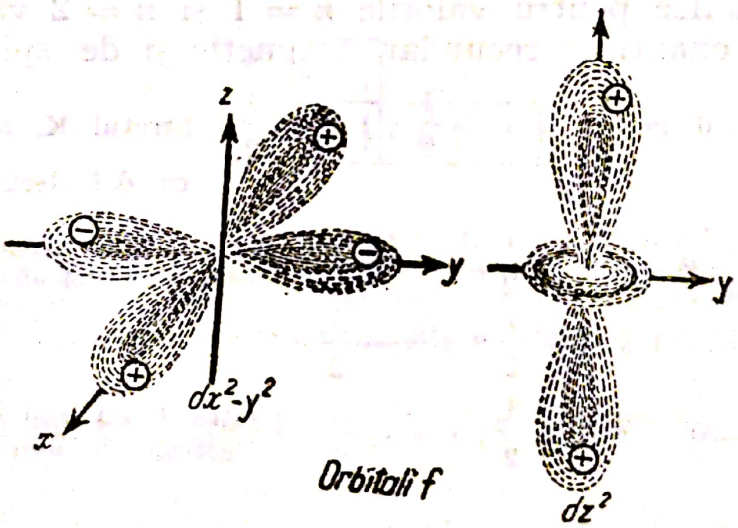


Orbitali p

Scanned with OKEN Scanner

Orbitalii d au 4 lobi separaţi prin 2 suprafeţe nodale ce trec prin nucleu. Sînt în număr de 5 (d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}) sau orbitali d_ε, care au lobii orientaţi după bisectoarele unghiurilor XOY, XOZ, YOZ şi orbitalii d_γ sau $dx^2 - y^2$ şi dz^2 ce au lobii orientaţi după axele X, Y, Z.





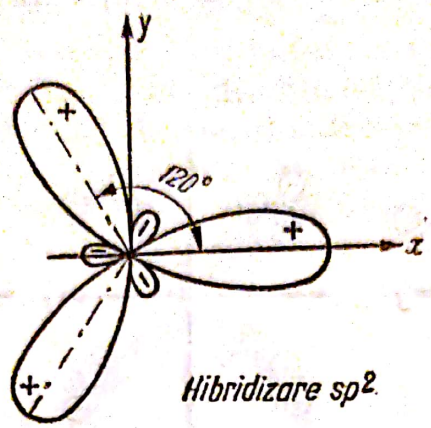
Orbitali f

Participarea atomilor la legătura chimică se face cu orbitali puri, sau cu orbitali hibrizi.

Hibridizarea, este fenomenul prin care orbitalii cu energie şi orientări diferite, se transformă în orbitali identici ca formă şi energie (orbitali hibrizi) orientaţi în aşa fel încît să formeze între ei unghiuri maxime, egale.

Scanned with OKEN Scanner

Tipul hibridizării este dat de orbitalii care iau parte la hibridizare ex. hibridizare sp^2 ia parte un orbital s și doi orbitali p, orbitalii fiind îndreptați spre vîrfurile unui triunghi echilater.



Hibridizare sp^2.

XIV. 2. EXERCIȚII

1. Să se indice pentru valorile $n = 1$ și $n = 2$ valorile posibile ale numerelor cuantice: secundar, magnetic și de spin.

R. $n = 1 \quad l = 0 \quad m = 0 \quad s = +\frac{1}{2}\,;\; s = -\frac{1}{2}$. Stratul K, o singură orbită cu doi electroni.

$n = 2$ $\begin{cases} l = 0 \quad m = 0 \quad s = +\frac{1}{2}\,;\; s = -\frac{1}{2} \\ l = 1 \begin{cases} m = -1 \; s = +\frac{1}{2}\,;\; s = -\frac{1}{2} \\ m = 0 \quad s = +\frac{1}{2}\,;\; s = -\frac{1}{2} \\ m = +1 \; s = +\frac{1}{2}\,;\; s = -\frac{1}{2} \end{cases} \end{cases}$

stratul L. Pentru $l = 0$, o singură orbită cu doi electroni.

pentru $l = 1$ trei orbite, cu cîte doi electroni de spin opus (cuplați).

2. Să se determine numărul maxim de electroni pentru $n = 4$.

R. 32.

3. Să se determine numărul maxim de electroni de pe fiecare substrat pentru $n = 3$.

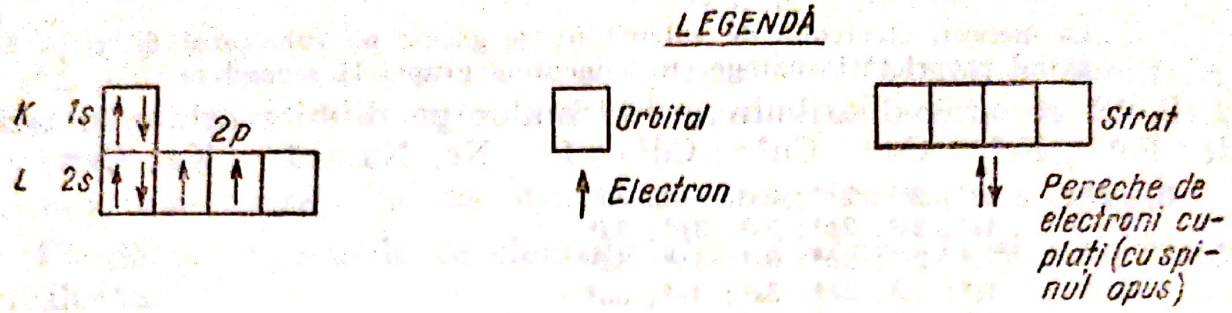
R. $l = 0$ substratul s are 2 electroni;
$l = 1$ substratul p are 6 electroni;
$l = 2$ substratul d are 10 electroni (sau se mai poate scrie $1s^2$, $2p^6$, $3d^{10}$).

Scanned with OKEN Scanner

4. *a)* Să se reprezinte grafic aşezarea electronilor pe straturi şi substraturi în atomul de carbon.

b) Să se arate de ce atomul de carbon este tetravalent.

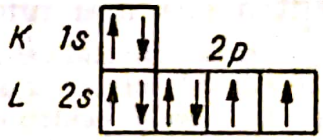
R. *a)* Numărul de ordine al carbonului este 6, deci va avea 6 electroni repartizaţi astfel:



b) Perechea de electroni din subtratul 2*s* se poate decupla uşor, electronul trecînd în căsuţa goală din 2*p* astfel cele patru orbite din stratul L, au cîte un electron necuplat. Ca atare carbonul este tetravalent, avînd tendinţa de a-şi cupla cei patru electroni ai săi cu electroni străini, prin covalenţă.

5. Să se reprezinte grafic repartiţia electronilor în atomul de oxigen. Să se arate de ce acesta este constant bivalent negativ.

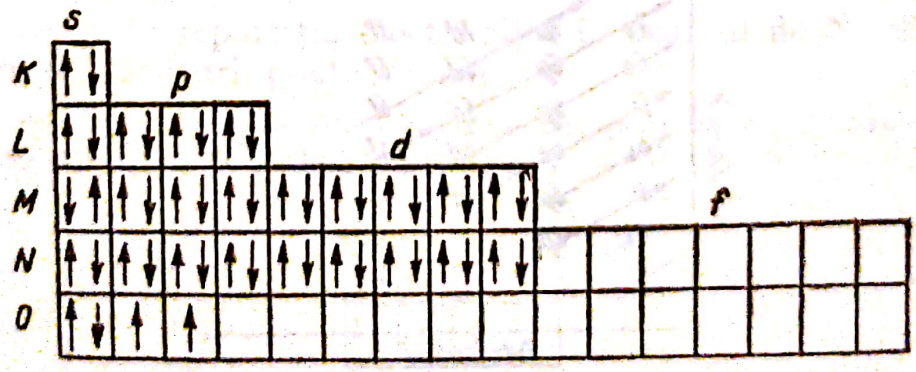
R. $Z = 8$.



Oxigenul prezintă tendinţa accentuată de a primi doi electroni pentru a-şi completa pătura electronică. El nu poate ceda cei doi electroni din subnivelul 2*p* şi de aceea este constant bivalent negativ în combinaţiile sale covalente. Fac excepţie numai combinaţiile cu fluorul în care acesta are tendinţa mai mare ca oxigenul de a-şi completa stratul electronic.

6. Să se reprezinte grafic structura electronică a atomului de Sn $Z = 50$.

R.



7. Să se arate distribuirea electronilor pe diferite orbite în atomii de: Mg; Cu; Br; Hg.

R. Mg $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$
Cu $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^{10}$; $4s^1$
Br $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$ $3d^{10}$; $4s^2$; $4d^5$
Hg $1s^2$; $2s^2$ $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$, $3d^{10}$; $4s^2$; $4p^6$; $4d^{10}$; $4f^{14}$.
$5s^2$; $5p^6$; $5d^{10}$; $5f^{10}$; $6s^2$.

La mercur, electronii de valență nu se găsesc pe substratul $5f$, ci pe $6s$, având proprietăți analoge cu elementele grupei II secundare.

8. Să se scrie distribuirea electronilor pe diferite orbite în ionii de: Fe^{2+}; Fe^{3+}; Cu^+; Cu^{2+}; Cd^{2+}; F^-, Ne, Na^+, I^-; Xe; Cs^+

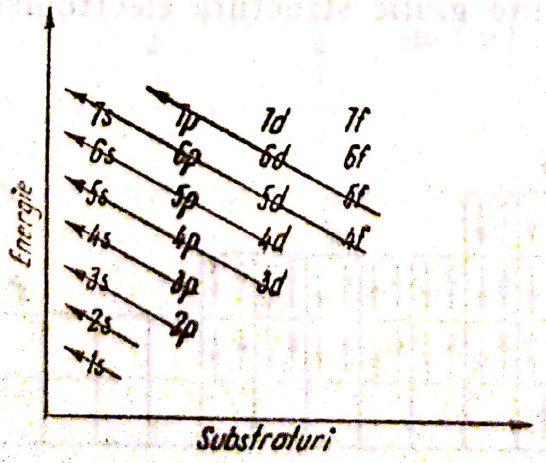
R. Fe^{2+}: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^6$
Fe^{3+}: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^5$
Cu^+: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^{10}$
Cu^{2+}: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^9$
Cd^{2+}: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^{10}$; $4s^2$; $4p^6$; $4d^{10}$
F^-: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$
Ne: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$
Na^+: $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$
} deci $F^- = Ne = Na^+$
I^- $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^{10}$; $4s^2$; $4p^6$; $4d^{10}$; $4f$; $5s^2$; $5p^6$
Xe $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3s^{10}$; $4p^2$; $4d^6$; $4s^{10}$; $4f$; $5s^2$; $5p^6$
Cs^+ $1s^2$; $2s^2$; $2p^6$; $3s^2$; $3p^6$; $3d^{10}$; $4s^2$; $4p^6$; $4d^{10}$; $4f$; $5s^2$; $5p^6$

9. Să se arate succesiunea de ocupare a orbitalilor cu electroni, știind că aceasta urmează regula $n + 1(1 - 8)$ și că prioritatea pentru completare este oferită pentru cea mai mică valoare a lui n.

R. Pentru suma $1 + 0 = 1$ corespunde nivelul cel mai scăzut în energie, $1s$.
Pentru suma $1 + 1 = 2$ corespunde nivelul 2 s.
Pentru suma $2 + 1 = 3$ pentru nivelul pentru care suma $= 3$
$3 + 0 = 3$ poate corespunde $2p$ sau $3s$.

Nivelul mai stabil deci prioritate pentru ocupare o are acela ce posedă cea mai mică valoare pentru n, deci $2p$. Aplicînd această regulă pentru toate elementele sistemului periodic, obținem următoarea succesiune: $1s$; $2s$; $2p$; $3s$, $3p$; $4s$, $3d$, $4p$; $5s$, $4d$, $5p$; $6s$, $4f$, $5d$, $6p$; $7s$, $5f$, $6d$...

Ordinea de ocupare a substraturilor cu electroni, poate fi reprezentată cu ajutorul diagramei alăturate.



10. Cum se numesc elementele care completează cu electroni substraturile *s* şi *p*.

R. Elemente tipice.

11. Cum se numesc elementele care completează electronii în substratul $3d$? Care este numărul lor? Dar cele care completează în substratul *f*?

12. Cunoscînd cum se face completarea în atomi a diferitelor nivele şi subnivele de energie cu electroni, să se explice inerţia chimică a gazelor zero valente.

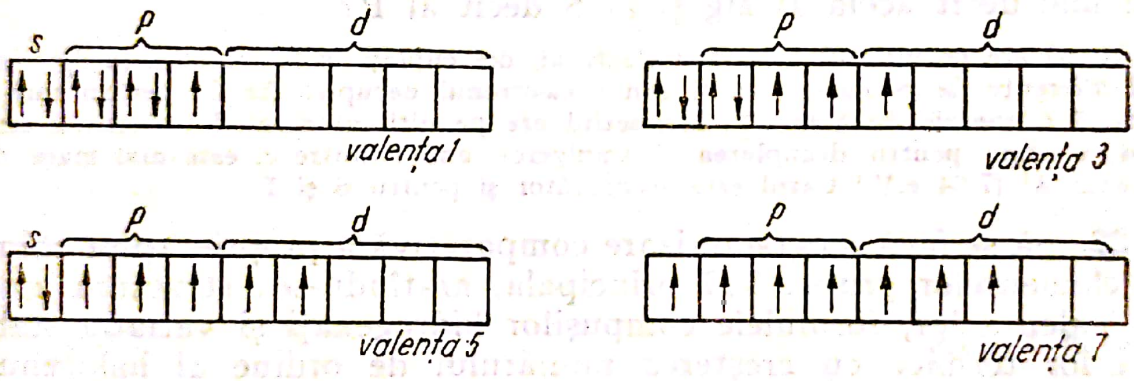
R. Cîmpuri magnetice închise, datorită inexistenţei electronilor necuplaţi.

13. Să se explice de ce elementele cu $Z = 57-71$ sînt constant trivalente.

R. Au 2 electroni în subnivelul $6s$ ce se pot decupla uşor, şi un electron în subnivelul $5d$.

15. Să se reprezinte grafic repartiţia electronilor pe ultimul nivel în atomul de Cl. Ce valenţă poate avea acest element în combinaţiile chimice.

R.

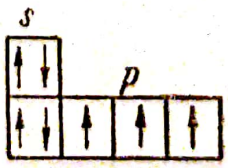


16. Ce valenţă poate avea sulful în combinaţiile sale? Să se explice aceasta cu ajutorul repartiţiei electronilor.

R. 2, 4, 6.

17. Să se arate repartiţia electronilor în atomul de N. Să se arate cîte tipuri de legături poate forma.

R. Trei covalenţe deoarece are 3 electroni necuplaţi în $2p$. O covalenţă coordinativă. La această legătură participă perechea de electroni din $2s$.



Scanned with OKEN Scanner

18. Cum se pot explica cu ajutorul repartiţiei straturilor electronice proprietăţile elementelor?

R. Periodicitatea proprietăţilor fizice şi chimice se datoreşte structurii analoge a stratului exterior al atomilor elementelor din aceeaşi grupă a sistemului periodic;
— inerţia chimică a gazelor inerte se datoreşte structurii simetrice stabile a straturilor electronice (cîmpuri magnetice închise, aşezarea simetrică a orbitelor în atom);
— valenţa pozitivă sau negativă a elementelor se datoreşte tendinţei acestora de a căpăta configuraţia de gaz inert, prin captare sau cedare de electroni.

19. Să se explice asemănarea mare a proprietăţilor chimice ale lantanidelor.

R. Lantanidele au proprietăţi asemănătoare datorită identităţii straturilor electronice exterioare $5d$ şi $6s$, care conţin acelaşi număr de electroni.

20. Metalele alcaline sînt reducătoare foarte energice. În ce legătură este această proprietate cu structura atomilor lor?

R. Metalele alcaline au pe ultima orbită un singur electron pe care-l pot pierde foarte uşor (după cum s-a văzut mai înainte, energia de ionizare este foarte mică), trecînd în ioni pozitivi, cu configuraţie de gaz inert. Aşa se explică reactivitatea foarte mare faţă de elementele electronegative şi alte elemente.

21. Arătaţi de ce primul potenţial de ionizare al Al trebuie să fie mai mic decît acela al Mg şi al S decît al P?

R. Al are pe ultimul nivel trei electroni, doi cuplaţi în $3s$ şi unul în $3p$. Supus unei diferenţe de potenţial, va fi smuls electronul necuplat din $3p$ pentru care este necesară o energie de 5,98 e.V. Magneziul are pe ultimul nivel doi electroni cuplaţi în $3s$. Energia pentru decuplarea şi smulgerea unuia dintre ei este mai mare decît în cazul Al (7,64 e.V.) Cazul este asemănător şi pentru S şi P.

22. Să se facă o caracterizare comparativă a proprietăţilor chimice ale elementelor grupei VII principală, arătîndu-se: structura atomilor, valenţa lor, formulele compuşilor hidrogenaţi şi variaţia stabilităţii lor termice cu creşterea numărului de ordine al halogenului.

23. Ştiind că halogenii au pe ultimul strat 7 electroni, să se arate ce rol pot juca ei într-un sistem redox.

R. Oxidanţi, deoarece au tendinţă foarte mare de a primi un electron pentru a ajunge la configuraţia de gaz inert.

Scanned with OKEN Scanner

PARTEA A DOUA

PROBLEME GENERALE[1]

[1] O parte din probleme au fost propuse la concursul de admitere din Institutul politehnic — București și Facultatea de chimie — Universitatea București.

Scanned with OKEN Scanner

I. PROBLEME REZOLVATE

Problema nr. 1

Se fabrică 365 kg acid clorhidric prin sinteză directă din hidrogen şi clor. Hidrogenul necesar se obţine prin descompunerea termică a metanului, iar clorul prin electroliza clorurii de sodiu. Acidul clorhidric fabricat se dizolvă în apă şi se obţine o soluţie 36,5%, iar în soluţia obţinută se introduce acetilenă în vederea obţinerii clorurii de vinil.

Se cere:

a) scrierea ecuaţiilor reacţiilor;
b) cantitatea de clorură de sodiu necesară;
c) volumul de metan necesar;
d) greutatea soluţiei de 36,5% acid clorhidric;
e) concentraţia procentuală a 4 000 kg soluţie de hidroxid de sodiu care neutralizează 365 kg acid clorhidric;
f) cantitatea de clorură de vinil obţinută.

Rezolvare:

Metoda I

a) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

$CH_4 \rightarrow C + 2H_2$

$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$ (topitură)

(K) $Na^+ \xrightarrow{+1e} Na$

(A) $Cl^- \xrightarrow{-1e} Cl \rightarrow \frac{1}{2} Cl_2 \uparrow$

$H_2C_2 + HCl \rightarrow H_2C = CHCl$;

b) 2 · 36,5 kg HCl ..... 1 kmol Cl_2 ..... 2 kmoli NaCl (2 · 58,5 kg)

365 kg HCl ..... $x = 585$ kg NaCl

sau din (*a*): $2NaCl \longrightarrow Cl_2$

35,5 kg Cl_2 ..... 58,5 kg NaCl

355 kg Cl_2 ..... $x = 585$ kg NaCl;

Scanned with OKEN Scanner

c) 2 · 36,5 kg HCl ..... 1 kmol H_2 ..... $\frac{1}{2}$ kmoli CH_4 (11,2 m^3)

365 kg HCl ..... $x = 56$ m^3 CH_4;

d) 36,5 kg HCl ..... 100 kg soluție 36,5%
365 kg HCl .. $x = 1\,000$ kg soluție 36,5%;

e) $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$
36,5 kg HCl ..... 40 kg NaOH
365 kg HCl .. $x = 400$ kg NaOH
400 kg NaOH pur = 4 000 kg NaOH 10%;

f) 36,5 kg HCl ..... 62,5 kg $CH_2 = CHCl$
365 kg HCl ..... $x =$ 625 kg $CH_2 = CHCl$

Rezolvare:

Metoda II

a) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

$CH_4 \xrightarrow{t^\circ} C + 2H_2$

$2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$

$C_2H_2 + HCl \rightarrow H_2C = CHCl$

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$;

b) 365 kg HCl = 10 kmol HCl

$2NaCl \longleftarrow Cl_2 \longleftarrow 2HCl$

10 kmol HCl $\longleftarrow$ 10 kmol NaCl = 10 · 58,5 = 585 kg NaCl;

c) $CH_4 \longleftarrow 2H_2 \longleftarrow 4HCl$

10 kmol HCl $\longleftarrow \frac{10}{4}$ kmol $CH_4 = \frac{10}{4} \cdot 22,4 = 56$ m^3 CH_4;

d) 365 kg HCl pur = 1 000 kg HCl 36,5%;

e) 10 kmol HCl $\longleftarrow$ 10 kmol NaOH = 10 · 40 = 400 kg NaOH;
= 4 000 kg NaOH 10%;

f) 10 kmol HCl $\longleftarrow$ 10 kmol $H_2C = CHCl$ = 10 · 62,5 = 625 kg $H_2C = CHCl$

Problema nr. 2

Cinci kg calcar cu un conținut de 80% carbonat de calciu se tratează cu o soluție 10% HCl (se consideră $\rho_{HCl} = 1$ g/cm^3). Gazul ce rezultă este barbotat într-o soluție 0,5 molară de NaOH.

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor;

b) volumul gazului rezultat;

c) volumul soluției 10% HCl (în l) necesar;

d) volumul soluției 0,5 molară de NaOH care absoarbe complet gazul.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

a) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$;

b) cele 5 kg calcar conţin $5\,000 \cdot 0{,}8 = 4\,000$ g $CaCO_3$ 100%

1 mol $CaCO_3$ (100 g) ..... 1 mol CO_2 (22,4 l)

4 000 g .... $x = 40$ mol $CO_2 = 896$ l CO_2;

c) 100 kg $CaCO_3$ ..... 73 kg HCl

4 kg $CaCO_3$ .... $y =$ 2,92 kg HCl 100% = 29,2 kg HCl 10%;

d) 2 moli NaOH absorb 1 mol CO_2

1 mol CO_2 ..... 2 moli NaOH

40 moli CO_2 ..... $x = 80$ moli NaOH

Soluţia de NaOH fiind 0,5 molară, rezultă că 80 moli se află în $\frac{80}{0{,}5} = 160$ l.

Problema nr. 3

Pentru obţinerea unei cantităţi de sulfat de cupru, s-au tratat 200 g CuO cu o soluţie ce conţine 210 g H_2SO_4.

Se cere:

a) să se arate dacă reacţia este totală;

b) cantitatea (în grame) de soluţie 20% în care se cuprinde cantitatea dată de acid sulfuric;

c) cantitatea (în grame şi moli) de sare rezultată;

d) cantitatea de zinc (în grame şi atomi) care deplasează cuprul din sarea obţinută la punctul *c)*.

Rezolvare:

a) $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$

98 g H_2SO_4 ..... 80 g CuO

210 g H_2SO_4 ..... $x = 172$ g CuO;

reacţia nu este totală; CuO este în exces.

b) 20 g H_2SO_4 ..... 100 g soluţie 20%

210 g H_2SO_4 ..... $x = 1\,050$ g soluţie 20%;

c) din a: 98 g H_2SO_4 ..... 160 g $CuSO_4$

210 g H_2SO_4 ..... $x = 343$ g $CuSO_4$

sau 2,1 moli $CuSO_4$;

d) $CuSO_4 + Zn = Cu + ZnSO_4$

160 g $CuSO_4$ ..... 65 g Zn

343 g $CuSO_4$ ..... $x = 140$ g Zn sau = 2,15 atomi-gram Zn.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 4

Prin dizolvarea carbonului de calciu în soluție de acid clorhidric se obține $CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$.

Se cere:

a) să se scrie ecuația reacției;

b) cîți litri de bioxid de carbon se obțin din 50 g carbonat de calciu?

c) cîte grame de acid clorhidric de 30% sînt necesare pentru a se obține 200 g $CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$?

d) cîte grame carbonat de calciu sînt necesare pentru a se prepara 100 g clorură de calciu cristalizată?

e) compoziția procentuală a $CaCl_2 \cdot 6\,H_2O$

Rezolvare:

a) $CaCO_3 + 2HCl + 5H_2O \rightarrow CaCl_2 \cdot 6H_2O + CO_2$;

b) 1 mol $CaCO_3$ (100 g) ..... 1 mol CO_2 (22,4 l)

50 g ..... $x = 11{,}2$ l CO_2;

c) masa moleculară $CaCl_2 \cdot 6H_2O = 219$

1 mol $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ (219 g) ..... 2 moli HCl (73 g)

$$200 \text{ g} \quad \ldots\ldots \quad \frac{30}{100} \cdot x$$

$x = 222$ g HCl 30%;

d) 100 g $CaCO_3$ ..... 219 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

$x = 45{,}6$ $CaCO_3$ ..... 100 g $CaCl_2 \cdot 6H_2O$;

e) $$Ca\% = \frac{40}{219} \cdot 100 = 18{,}2\%$$

$$Cl\,\% = \frac{71}{219} \cdot 100 = 32{,}4\%$$

$$H_2O = \frac{6 \cdot 18}{219} \cdot 100 = 49{,}3\%.$$

Problema nr. 5

Se descompun termic 4,9 kg clorat de potasiu. Rezultă o sare și un gaz *A*. Prin tratarea sării cu H_2SO_4 se formează un alt gaz *B*.

Gazul *A* reacționează cu toluenul și conduce la un acid *C*, iar gazul *B* este absorbit într-o soluție ce conține propenă și dă naștere unei substanțe *D*.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor și formulele structurale ale substanțelor *C* și *D*;

b) cantitățile de gaze *A* și *B* (în moli, kilograme și litri);

c) cantitățile (moli) de substanțe *C* și *D*;

d) cantitatea dintr-o soluție de carbonat acid de calciu care conține 0,02 moli la litru și care neutralizează acidul *C*.

Rezolvare:

a) $\overset{(A)}{KClO_3 = 3O + KCl}$

$$\overset{(B)}{2KCl + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HCl}$$

$$\overset{(C)}{C_6H_5CH_3 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow C_6H_5COOH + H_2O}$$

$$\overset{(D)}{\begin{array}{l} CH_2 \\ \| \\ CH \uparrow \\ | \\ CH_3 \end{array} + HCl \rightarrow \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CHCl \\ | \\ CH_3 \end{array}}$$

$$2C_6H_5COOH + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow (C_6H_5COO)_2Ca + 2H_2CO_3;$$

b) 122,5 kg $KClO_3$ ..... $\frac{3}{2}$ kmoli O_2 ..... 1 kmol HCl

4,9 kg $KClO_3$ ..... x ..... y

$x = 0{,}06$ kmoli $O_2 = 1{,}92$ kg $O_2 = 1\,344$ l O_2

$y = 0{,}04$ kmoli HCl = 1,46 kg HCl = 896 l HCl;

c) $C_6H_5COOH \longleftrightarrow KClO_3 \longleftrightarrow CH_3CHClCH_3$

$\frac{1}{25}$ kmoli C_6H_5COOH = 40 moli C_6H_5COOH și

$\frac{1}{25}$ kmoli $CH_3CHClCH_3$ = 40 moli $CH_3CHClCH_3$;

d) 2 $C_6H_5COOH \longleftrightarrow 1Ca(HCO_3)_2$

40 moli $C_6H_5COOH \longleftrightarrow$ 20 moli $Ca(HCO_3)_2$

0,02 moli $Ca(HCO_3)_2$ ..... 1 l soluție

20 moli $Ca(HCO_3)_2$ x

$x = 1\,000$ l soluție $Ca(HCO_3)_2$

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 6

Din 112 m³ metan se fabrică aldehidă formică. 20% din aldehida formică se transformă în alcool metilic, iar restul se transformă în acid formic.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor;

b) cantitățile de alcool metilic și acid formic obținute;

c) concentrația procentuală a soluției ce rezultă prin dizolvarea acidului formic în 3 816 kg apă;

d) cantitatea de zinc cu care reacționează acidul formic obținut.

Rezolvare:

a) $CH_4 + O_2 \rightarrow CH_2O + H_2O$

$CH_2O + H_2 \rightarrow CH_3OH$

$CH_2O + {}^1/_2O_2 \rightarrow HCOOH$

$2HCOOH + Zn \rightarrow (HCOO)_2Zn + H_2$;

b) 112 m³ CH_4 = 5 kmoli CH_4

5 kmoli $CH_4 \longleftrightarrow$ 5 kmoli CH_2O { 1 kmol pentru CH_3OH / 4 kmoli pentru HCOOH

1 kmol $CH_2O \longleftrightarrow$ 1 kmol CH_3OH = 32 kg CH_3OH

4 kmoli $CH_2O \longleftrightarrow$ 4 kmoli HCOOH = 184 kg HCOOH;

c) 3 816 kg apă + 184 kg HCOOH = 4 000 kg soluție

4 000 kg soluție ..... 184 kg HCOOH

100 kg soluție .... x = 4,6%;

d) 2 · 46 kg HCOOH ..... 65,3 kg Zn

184 kg HCOOH ..... x = 130,6 kg Zn

Problema nr. 7

Una din căile de valorificare le metanului constă în transformarea lui în acetilenă prin piroliză.

Știind că se obțin 15 kmoli hidrogen, se cere:

a) cantitatea (în kilograme, metri cubi și moli) din metanul care suferă piroliza;

b) volumul de acetilenă ce se obține prin piroliza metanului;

c) cantitatea de carbid de 80% puritate necesară pentru obținerea aceleiași cantități de acetilenă;

Scanned with OKEN Scanner

d) cantitatea de Fe_2O_3 (în kilograme și moli) care se reduce cu hidrogenul rezultat prin piroliză;

e) densitatea și densitatea față de aer a acetilenei, de cîte ori acetilena este mai grea decît metanul;

f) compoziția procentuală a acetilenei.

Rezolvare:

a) $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$

3 kmoli H_2 ..... 2 kmoli CH_4

15 kmoli H_2 x

$x = 10$ kmoli $CH_4 = 160$ kg $CH_4 = 10\,000$ moli $CH_4 = 224$ m³ CH_4;

b) 2 kmoli CH_4 .....1 kmol C_2H_2

10 kmoli CH_4 ..... $x = 5$ kmoli $H_2C_2 = 112$ m³ H_2C_2;

c) $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$

1 kmol C_2H_2 ..... 64 kg CaC_2

5 kmoli C_2H_2 ..... $x = 320$ kg CaC_2 pur

320 kg CaC_2 pur $\longleftrightarrow$ 400 kg $CaCl_2$ 80%;

d) $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$

3 kmoli H_2 .....1 kmol Fe_2O_3

15 kmoli H_2 .....$x = 5$ kmoli $Fe_2O_3 = 5\,000$ moli $= 800$ kg Fe_2O_3;

e) $\rho = \frac{26}{22,4} = 1,16$ g/l

$d_{aer} = \frac{26}{29} = 0,89$

$\frac{26}{16} = 1,6$ ori;

f) $\frac{2}{26} \cdot 100 = 7,7\%$ H_2

$\frac{24}{26} \cdot 100 = 92,3\%$ C

Problema nr. 8

Se fabrică 112 m³ acetilenă, măsurată în condiții normale, prin două metode, pornind de la:

a) carbonat de calciu;

b) metan.

Se admite că reacțiile se desfășoară cantitativ.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

1) să se scrie ecuațiile reacțiilor;
2) cantitățile de materii prime ($CaCO_3$ și metan) consumate;
3) cantitatea dintr-o soluție de H_3PO_4 75% care transformă $Ca(OH)_2$ rezultat din metoda *(a)* în fosfat monoacid de calciu;
4) volumul de aer (20% oxigen, în volume) necesar arderii acetilenei;
5) cantitatea de trioleină ce poate fi hidrogenată cu hidrogenul format prin metoda *b)*.

Rezolvare:

1) *a)* $CaCO_3 = CaO + CO_2$

$CaO + 3C = CaC_2 + CO$

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$;

b) $2CH_4 \xrightarrow{\text{piroliză}} C_2H_2 + 3H_2$

$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaHPO_4 + 2H_2O$

$C_2H_2 + 5/2O_2 \rightarrow {}_2CO_2 + H_2O$

$$\begin{array}{l} CH_2-O-COC_{17}H_{33} \\ | \\ CH-O-COC_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2-O-COC_{17}H_{33} \end{array} + 3H_2 \rightarrow \begin{array}{l} CH_2-O-CO-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH-O-CO-C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2-O-CO-C_{17}H_{35} \end{array}$$

2) 112 m³ C_2H_2 = 5 kmoli

$CaCO_3 \longleftrightarrow C_2H_2 \longleftrightarrow 2CH_4 \longleftrightarrow Ca(OH)_2 \longleftrightarrow H_3PO_4$

5 kmoli $C_2H_2 \longleftrightarrow$ 5 kmoli $CaCO_3$ = 500 kg $CaCO_3 \longleftrightarrow$ 10 kmoli CH_4 = = 160kg CH_4;

3) din 2 rezultă: 5 kmoli $H_3PO_4 = 5 \cdot 98 = 490$ kg H_3PO_4 pur = = 653,3 kg H_3PO_4 75%;

4) $\frac{5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 22,4}{2} = 1\,400$ m³ aer;

5) 5 kmoli trioleină = $5 \cdot 884 = 4\,420$ kg trioeleină.

Problema nr. 9

Prin arderea unei hidrocarburi se obțin: 2,2 g CO_2 și 0,9 g H_2O.

Se cere:

a) să se determine formula hidrocarburii, știind că masa ei moleculară este 28;

b) densitatea și densitatea față de aer a hidrocarburii;

Scanned with OKEN Scanner

c) să se stabilească cantităţile de produse ce rezultă la descompunerea termică a cantităţii de hidrocarbură luată în lucru;

d) cantitatea de aer (în litri) necesară arderii hidrocarburii, ştiind că aerul conţine (în volume) $^1/_5$ părţi oxigen;

e) care este concentraţia procentuală a soluţiei obţinute prin dizolvarea CO_2 obţinut prin ardere, în 44 g apă?

f) să se exprime compoziţia hidrocarburii printr-un raport şi în procente de masă.

Rezolvare:

a) (în CO_2) C : O = 12 : 32 = 3 : 8;

$$gC = \frac{3}{11} \cdot 2{,}2 = 0{,}6 \text{ g}$$

(în H_2O) H : O = 2 : 16 = 1 : 8

$$gH_2 = \frac{1}{9} \cdot 0{,}9 = 0{,}1 \text{ g}$$

$(CxHy)n$; $\quad Cx = 0{,}6$; $x = \frac{0{,}6}{12} = 0{,}05.$ | 1

$\quad Hy = 0{,}1$; $y = \frac{0{,}1}{1} = 0{,}1$ | 2

$(CH_2)n = 28$; $n = 2$; C_2H_4;

b) $\rho = \frac{28}{22{,}4} = 1{,}25$ g/l,

$d_{aer} = \frac{28}{29} \cong 0{,}9$;

c) 0,6 g C şi 0,1 g H_2; 0,7 g C_2H_4;

d) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

28 g C_2H_4 .....67,2 l O_2 .....336 l aer,

0,7 g C_2H_4 ..... $x = 8{,}4$ l aer;

e) 44 g apă + 2,2 g CO_2 = 46,2 g soluţie

46,2 g soluţie .....2,2 g CO_2

100 g soluţie .....$x = 4{,}7$ g CO_2 sau 4,7%;

f) C : H = 24 : 4 = 6 : 1

$$C\% = \frac{6}{7} \cdot 100 = 86\ \%$$

$$H_2\% = \frac{1}{7} \cdot 100 = 14\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 10

Se dă o tonă de pirită ce conține 30% FeS_2.

Se cere:

a) să se scrie ecuația reacției de prăjire a piritei;

b) să se determine cantitatea de aer ($^1/_5$ volume oxigen) necesară prăjirii (în metri cubi);

c) să se stabilească numărul de moli de acid sulfuric ce se obține, dacă randamentul de transformare al bioxidului de sulf în trioxid de sulf este de 90%;

d) cît fier metalic se obține prin reducerea oxidului de fier (reacția de la pct. *a)* cu cărbune de 80% puritate? Cît cărbune este necesar?

Rezolvare:

a) $4FeS_2 + 11\ O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$;

b) $1\,000 \cdot \frac{30}{100} = 300$ kg FeS_2 pur

$4 \cdot 120$ kg FeS_2 ..... $11 \cdot 22{,}4$ m³ O_2 .... $5 \cdot 11 \cdot 22{,}4$ m³ aer

300 kg ..... $x = 770$ m³ aer;

c) $8\ SO_2 + 4\ O_2 \rightarrow 8SO_3$

$8SO_3 + 8H_2O \rightarrow 8H_2SO_4$

120 kg FeS_2 ..... $2 \cdot 22{,}4$ m³ SO_2 .... 2 kmoli H_2SO_4

300 kg FeS_2 ..... $x = 5$ kmoli H_2SO_4

5 kmoli = 5 000 moli H_2SO_4 ($\eta = 100\%$)

$5\,000 \cdot \frac{90}{100} = 4\,500$ moli H_2SO_4 ($\eta = 90\%$);

d) $Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$

$4 \cdot 120$ kg FeS_2 ..... $4 \cdot 56$ kg Fe

300 kg FeS_2 ..... $x = 140$ kg Fe

$2 \cdot 120$ kg FeS_2 ..... $3 \cdot 12$ kg C pur

300 kg FeS_2 ..... $x = 45$ kg C pur

$45 \cdot \frac{100}{80} = 56{,}25$ kg cărbune 80%.

Problema nr. 11

Se descompun termic 500 kg piatră-de-var ce conține 80% carbonat de calciu și rezultă un oxid bazic și un oxid acid. Oxidul bazic reacționează cu apa și rezultă o substanță alcalină *A*, care se neutra-

Scanned with OKEN Scanner

lizează cu o soluție 4,9% de acid sulfuric. Oxidul acid este redus cu cărbune de 80% puritate și se obține un oxid neutru B, care prin hidrogenare dă un compus organic lichid C cu $\rho = 0{,}8$ g/ml.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor;

b) să se calculeze, în moli, cantitățile de oxizi rezultați prin descompunerea pietrei-de-var;

c) masa soluției de acid sulfuric necesară neutralizării substanței A;

d) cantitatea de cărbune necesară reducerii oxidului acid și volumul de oxid neutru obținut;

e) volumul de hidrogen necesar obținerii substanței C și numărul de litri de substanță C obținută.

Rezolvare:

a) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2 \uparrow$; $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ (A)

$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$; $CO_2 + C \rightarrow 2CO$ (B)

$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$; (C)

b) $500 \cdot \frac{80}{100} = 400$ kg $CaCO_3$ pur

400 kg $CaCO_3$ = 4 kmoli $CaCO_3$

4 kmoli $CaCO_3 \longleftrightarrow$ 4 kmoli CaO = 4 000 moli CaO $\longleftrightarrow$ 4 kmoli CO_2 = 4 000 moli CO_2;

c) 4 kmoli $CaCO_3 \longleftrightarrow$ 4 kmoli $Ca(OH)_2 \longleftrightarrow$ 4 kmoli H_2SO_4 = = 392 kg H_2SO_4 pur = 8 000 kg H_2SO_4 4,9%;

d) 4 kmoli $CO_2 \longleftrightarrow$ 8 kmoli CO = 179,2 m^3 CO $\longleftrightarrow$ 48 kg C pur = = 60 kg C 80%;

e) 8 kmoli CO $\longleftrightarrow$ 16 kmoli H_2 = 358,4 m^3 $H_2 \longleftrightarrow$ 8 kmoli CH_3OH = = 256 kg CH_3OH = 320 l CH_3OH.

Problema nr. 12

În 10 kg minereu se găsesc: 20% FeO; 50% Fe_2O_3 și 30% Fe_3O_4. Admițînd că minereul se reduce cu cocs în vederea fabricării unei fonte cu un conținut de 5% carbon se cere:

a) cantitatea și procentul de fier din minereu;

b) cantitatea de fontă obținută;

Scanned with OKEN Scanner

c) cantitatea de HCl 36,5% care dizolvă minereul și cantitatea de săruri de fier rezultate;

d) volumul de H_2 și Cl_2 măsurate în condiții normale, care se consumă la fabricarea HCl necesar la punctul *c*.

Rezolvare:

a) 20% FeO = 2 kg; 50% Fe_2O_3 = 5 kg; 30% Fe_3O_4 = 3 kg.

72 kg FeO ..... 56 kg Fe

2 kg FeO ..... x = 1,55 kg Fe

$$Fe_{Fe_2O_3} = \frac{5 \cdot 112}{160} = 3{,}5 \text{ kg}$$

$$Fe_{Fe_3O_4} = \frac{3 \cdot 168}{232} = 2{,}6 \text{ kg}$$

1,55 + 3,5 + 2,6 = 7,65 kg Fe

10 kg minereu ..... 7,65 kg Fe

100 kg minereu ..... x = 76,5%;

b) $7{,}65 + \frac{7{,}65 \cdot 5}{100} = 8{,}0325$ kg fontă;

c) $FeO + 2HCl = FeCl_2 + H_2O$

72 kg FeO ..... 73 kg HCl ..... 200 kg HCl 36,5%

2 kg FeO ..... x = 2,03 kg HCl ..... y = 5,55 kg HCl 36,5%

$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$

160 kg Fe_2O_3 ..... 6 · 36,5 kg HCl ..... 600 kg HCl 36,5%

5 kg Fe_2O_3 ..... x = 6,8 kg HCl ..... y = 18,9 kg HCl 36,5%

$Fe_3O_4 + 8HCl = FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$

232 kg Fe_3O_4 ..... 8 · 36,5 kg HCl ..... 800 kg HCl 36,5%

3 kg Fe_3O_4 ..... x = 3,77 kg HCl ..... y = 10,3 kg HCl 36,5%

3,5 + 1,6 = 5,1 kg $FeCl_2$

10,2 + 4,3 = 14,5 kg $FeCl_3$;

d) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

2 · 36,5 kg HCl ..... 22,4 m³ H_2 respectiv Cl_2

12,60 kg HCl ..... x = 3,867 m³.

Problema nr. 13

Într-un cuptor se supun calcinării 150 g de carbonat de calciu. Să se calculeze:

a) volumul de CO_2 rezultat în condiții normale;

Scanned with OKEN Scanner

b) conținutul procentual de O_2 al amestecului rezultat din amestecarea bioxidului de carbon (obținut la punctul *a)* cu o cantitate egală de aer (23% oxigen în greutate);

c) cantitatea de soluție de NaOH cu concentrația de 200 g la litru necesară pentru neutralizarea acidului carbonic obținut prin dizolvarea în apă a CO_2 rezultat la pct. *a)*.

Rezolvare:

a) $CaCO_3 = CaO + CO_2$

$$\frac{150 \cdot 22,4}{100} = 33,6 \text{ l } CO_2 = 66 \text{ g } CO_2;$$

b) 66 g CO_2 + 66 g aer = 132 g amestec

$$\frac{66 \cdot 23}{100} = 15,18 \text{ g oxigen (din 66 g aer)}$$

$$\frac{66 \cdot 32}{44} = 48 \text{ g oxigen (din 66 g } CO_2)$$

48 + 15,18 = 63,18 g oxigen (total)

$$\frac{100 \cdot 63,18}{132} = 46\% \ O_2;$$

c) $CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$

$$\frac{66 \cdot 2 \cdot 40}{44} = 120 \text{ g NaOH}$$

$$\frac{120 \cdot 1}{200} = 0,6 \text{ l NaOH}$$

Problema nr. 14

Acidul *A*, dicarboxilic saturat, conține 34,61% C; 3,84% H. Peste 120° C acidul *A* elimină gazul *B*, trecînt în acidul *C* monocarboxilic saturat. Gazul *B* precipită din soluția de $Ba(OH)_2$ un precipitat care, spălat, uscat și calcinat peste 1 360 °C lasă un reziduu de 15,3 g. Să se stabilească:

a) formula moleculară, structurală și nomenclatura rațională a acidului *A*;

b) natura și volumul gazului *B* degajat;

c) volumul de gaz metan (la 0 °C și 760 mm Hg) ce conduce la o cantitate de acid *C* egală cu aceea rezultată o dată cu volumul de gaz *B* determinat.

Scanned with OKEN Scanner

Rezolvare:

a) $C = 34{,}61\%$;

$H = 3{,}84\%$;

$O = 100 - (34{,}61 + 3{,}84) = 100 - 38{,}45 = 61{,}55\%$.

Formula va fi de forma:

$$C_xH_yO_z;$$

$$C_x = 34{,}61; \qquad x = \frac{34{,}61}{12} = 2{,}88;$$

$$H_y = 3{,}84; \qquad y = 3{,}84;$$

$$O_z = 61{,}55; \qquad z = \frac{61{,}55}{16} = 3{,}85.$$

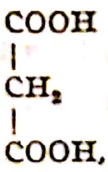
Se împarte prin valoarea cea mai mică, deci prin 2,88:

$$x = 1; \qquad y = 1{,}33; \qquad z = 1{,}33.$$

Pentru rotunjirea numerelor se înmulțește cu 3:

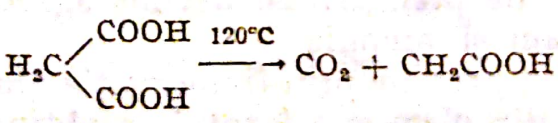
$$x = 3; \qquad y = 4; \qquad z = 4.$$

Deci, formula acidului dicarbonilic saturat va fi $C_3O_4H_4$ cu formula structurală:



adică acidul propandioic sau numit încă acidul malonic;

b) acidul malonic încălzit peste 120°C pierde CO_2 și trece în acid acetic:



(1)

Gazul *B* este CO_2 și acidul *C* este CH_2COOH = acid acetic

$$CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCO_3 + H_2O, \tag{2}$$

precipitatul este $BaCO_3$ care calcinat peste 1 369°C dă:

$$BaCO_3 = BaO + CO_2 \tag{3}$$

Reziduul este BaO. Din ecuația 3, *b* rezultă echivalența:

$$1 \text{ mol BaO} \longleftrightarrow 1 \text{ mol } CO_2 \text{ (gaz } B)$$

$$153 \text{ g BaO} \ldots\ldots\ldots 22{,}4 \text{ l } CO_2$$

$$15{,}3 \text{ g BaO} \ldots\ldots\ldots x = 2{,}24 \text{ l } CO_2$$

$$2CH_4 \xrightarrow{\text{piroliză}} C_2H_2 + 3H_2 \qquad (4)$$

$$\begin{matrix} CH \\ \| \\ CH \end{matrix} + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ C=O \\ \diagdown \\ H \end{matrix} \qquad (5)$$

$$\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ C \\ \diagdown \\ H \end{matrix} \overset{O}{=} + 1/2\ O_2 \rightarrow \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ COOH \end{matrix} \qquad (6)$$

De unde rezultă:

$$2 \text{ moli } CH_4 \longleftrightarrow 1 \text{ mol } CH_3COOH$$

Din ecuația (1, *b*) rezultă echivalența:

$$1 \text{ mol } CO_2 \longleftrightarrow 1 \text{ mol } CH_3COOH$$

$$22{,}4 \text{ l } CO_2 \ldots\ldots\ldots 60 \text{ g } CH_3COOH$$

$$2{,}24 \text{ l } CO_2 \ldots\ldots x = 6 \text{ g } CH_3COOH$$

Din echivalența 4, 5, 6 se poate scrie:

c) $2 \cdot 22{,}4$ l CH_4 ..... 60 g CH_2COOH

$y = 4{,}48$ l CH_4 ..... 6 g.

Problema nr. 15

Se fabrică 6 tone de uree pentru nevoile agrotehnicii, prin sinteză din bioxid de carbon și amoniac.

Bioxidul de carbon provine prin fermentația glucozei, iar amoniacul prin sinteză directă din elemente (azotul se obține din aer, iar hidrogenul rezultă ca subprodus la electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu).

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor;

b) cantitatea de glucoză necesară în fabricație și cantitatea în m^3 de alcool etilic rezultat la fermentație ($\rho = 0{,}8$ g/cm^3);

Scanned with OKEN Scanner

c) cantitatea de clorură de sodiu necesară în fabricație și cantitatea de soluție 49% acid sulfuric care neutralizează hidroxidul de sodiu rămas în baia electrolitică;

d) compoziția ureei, exprimată prin raportul maselor componenților și în procente de masă.

Rezolvare:

a) $CO_2 + 2NH_3 \rightarrow \underset{NH_2}{\overset{NH_2}{C=O}} + H_2O$

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2\uparrow$

(K) $Na^+ + 1e \rightarrow Na$

$Na + H_2O \rightarrow NaOH + 1/2\ H_2\uparrow$

(A) $Cl^- - 1e \rightarrow Cl \rightarrow 1/2\ Cl_2$

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$;

b) 6 t uree = 100 kmoli

1 kmol uree ..... 90 kg $C_6H_{12}O_6$ ..... 46 kg C_2H_5OH

100 kmoli .....x = 9 000 kg = 50 kmoli ...y = 4 600 kg =

$$= \frac{4\,600}{0{,}8} = 5.750\ m^3;$$

c) 1 kmol uree ... 67,2 m^3 H_2 ..... 6 · 58,5 kg NaCl

100 kmoli .....x = 35 100 kg

58,5 kg NaCl ..... 40 kg NaOH

35 100 kg ..... x = 24 000 kg NaOH

$2\ NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$

80 kg NaOH ..... 98 kg H_2SO_4

24 000 kg NaOH ..... x = 29 400 kg H_2SO_4

49 kg H_2SO_4 ..... 100 kg sol 49%

29 400 kg H_2SO_4 ..... x = 60 000 kg sol 49%;

d) C : H : O : N = 3 : 1 : 4 : 7

$$C\% = \frac{12}{60} \cdot 100 = 20\%; \qquad O_2\% = \frac{16}{60} \cdot 100 = 26{,}6\%$$

$$H_2\% = \frac{4}{60} \cdot 100 = 6{,}7\%; \qquad N_2\% = \frac{28}{60} \cdot 100 = 46{,}7\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 16

În reacţia dintre permanganatul de potasiu şi acidul sulfuric rezultă oxigen.

Se dau 5 kmoli permanganat de potasiu, iar cu oxigenul rezultat se oxidează o hidrocarbură aromatică A cu formula brută C_8H_{10}, obţinîndu-se acid benzoic şi acid formic.

O altă hidrocarbură aromatică B cu aceeaşi formulă brută se oxidează cu aceeaşi cantitate de permanganat de potasiu obţinîndu-se acid ftalic.

Se cere:

a) formula de structură a substanţei A şi izomerii substanţei B;

b) cantităţile de substanţe A şi B ce se pot oxida, fiecare separat, cu cîte 5 kmoli de permanganat de potasiu;

c) volumul soluţiei 5 molare de NaOH care neutralizează acizii obţinuţi din A şi B;

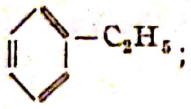
d) volumul de HCl gazos ce s-ar putea oxida cu aceeaşi cantitate de permanganat de potasiu şi cantitatea de clor rezultată;

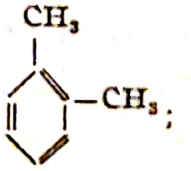
e) densitatea vaporilor substanţei A în raport cu aerul;

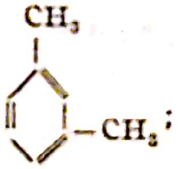
f) compoziţia procentuală a substanţei A.

Rezolvare:

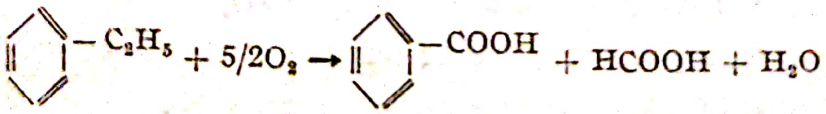
a)

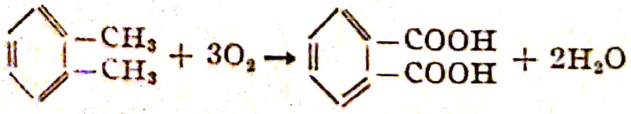






b) $2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5/2O_2$





5/2 kmoli substanţă A = 2,5 · 106 = 265 kg substanţă A

$\frac{5 \cdot 5}{12}$ kmoli substanţă B = 220,83 kg = 221 kg substanţă B;

Scanned with OKEN Scanner

c) $C_6H_5COOH + NaOH \rightarrow C_6H_5COONa + H_2O$

$HCOOH + NaOH \rightarrow HCOONa + H_2O$

2,5 kmoli $A \longleftrightarrow$ 5 kmoli NaOH = 1 m^3 NaOH 5m

$C_6H_4(COOH)_2 + 2NaOH \rightarrow C_6H_4(COONa)_2 + 2H_2O$

$\frac{25}{12}$ kmoli $B \longleftrightarrow \frac{25}{6}$ kmoli NaOH = 0,833 m^3 NaOH 5 m

d) 5 kmoli $KMnO_4 \longleftrightarrow$ 40 kmoli HCl (896 m^3 HCl) $\longleftrightarrow$ 12,5 kmoli Cl_2 (887,5 kg Cl_2)

e) $d = \frac{M}{29} = \frac{106}{29} \simeq 3,7$;

f) 106 g $C_6H_5C_2H_5$ ..... 96 g C

100 g $C_6H_5C_2H_5$ ..... %C = 90,57%

%H = 9,43%.

Problema nr. 17

Folosind ca materie primă piatră-de-var de 75% puritate, se obține acetilenă. 2/5 din ea este trecută prin 4,06 l apă de brom 3% (ρ = = 1,01 g/cm^3) cînd soluția se decolorează. 33,3% din restul de acetilenă decolorează complet, în mediu de H_2SO_4 o soluție $\frac{m}{2}$ de permanganat de potasiu. Cantitatea de acetilenă rămasă este trecută printr-o soluție de azotat de argint amoniacală.

Se cere:

a) cantitatea de produse ce se formează în cele trei soluții;

b) cîtă piatră-de-var s-a utilizat;

c) volumul soluției $\frac{m}{2}$ de permanganat de potasiu care a fost decolorat.

Rezolvare:

a) $M = V\rho = 4\,060 \cdot 1,01 = 4\,100$ g apă de brom

$\frac{4\,100 \cdot 3}{100} = 123$ g Br_2

$HC \equiv CH \xrightarrow{+2Br} BrHC = CHBr \xrightarrow{+2Br} Br_2HC - CHBr_2$

$H_2C_2 \longleftrightarrow 4Br \longleftrightarrow H_2C_2Br_4$

$4 \cdot 80$ g Br_2 ..... 26 g C_2H_2 ..... 346 g $H_2C_2Br_4$

123 g .....$x = 10$ g C_2H_2 ...$y = 132$ g $H_2C_2Br_4$

Scanned with OKEN Scanner

C_2H_2 totală: $\frac{5 \cdot 10}{2} = 25$ g

$\frac{15 \cdot 33,3}{100} = 5$ g C_2H_2 trecută prin soluția de $KMnO_4$

$H_2C_2 + 2O_2 \rightarrow H_2C_2O_4$

26 g C_2H_2 ..... 90 g $H_2C_2O_4$

5 g C_2H_2 ..... $x = 17$ g $H_2C_2O_4$

$H_2C_2 + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow C_2Ag_2 + 4NH_3 + 2H_2O$

C_2H_2 trecută prin soluția de azotat de argint amoniacală:

$15 - 5 = 10$ g C_2H_2

26 g H_2C_2 ..... 240 g Ag_2C_2

10 g H_2C_2 ... $x = 92,3$ g Ag_2C_2;

b) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow H_2C_2 + Ca(OH)_2$

$CaCO_3 \longleftrightarrow C_2H_2$

26 g C_2H_2 ..... 100 g $CaCO_3$

25 g C_2H_2 x

$x = \frac{25 \cdot 100}{26}$ g $CaCO_3$ pur $= \frac{25 \cdot 100 \cdot 100}{26 \cdot 75} =$

$= 128,2$ g piatră-de-var;

c) 26 g H_2C_2 ..... 2 moli O_2

5 g H_2C_2 ..... $x = \frac{10}{26}$ moli O_2

$2\,KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$

2 moli $KMnO_4$ ..... 5/2 moli O_2

x ..... $\frac{10}{26}$ moli O_2

$x = \frac{4}{26}$ moli $KMnO_4 = 0,615$ l $KMnO_4 \frac{m}{2}$ ·

Problema nr. 18

Se prepară acid sulfuric, prin metoda de contact, din 1 176,47 kg galenă cu 15% impurități, în scopul obținerii fenolului prin metoda topirii alcaline.

Se cere:

a) să se scrie reacțiile care au loc;

b) cît fenol se obține considerînd că toate reacțiile au loc cu randament de 100%?

Scanned with OKEN Scanner

c) cît acid azotic 40% este necesar pentru transformarea fenolului în trinitrofenol și ce cantitate de acid picric rezultă?

d) prin ce metode se mai poate obține fenolul?

Rezolvare:

a) $2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$

$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$

$2SO_3 + 2H_2O = 2H_2SO_4$

$C_6H_6 + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$

$C_6H_5SO_3H + NaOH \rightarrow C_6H_5SO_3Na + H_2O$

$C_6H_5SO_3Na + NaOH \xrightarrow{t°C} C_6H_5OH + Na_2SO_3$;

b) 239 kg PbS ..... 94 kg C_6H_5OH

$\frac{1176,47 \cdot 85}{100}$ kg PbS ... $x = 393,30$ kg C_6H_5OH;

c) $C_6H_5OH + 3HNO_3 \rightarrow C_6H_2(NO_2)_3OH + 3H_2O$

94 kg C_6H_5OH ..... $3 \cdot 63$ kg HNO_3 ..... 229 kg acid picric

393,3 kg C_6H_5OH ..... $\frac{40}{100} x$ kg HNO_3 ..... y

$x = 1\,977$ kg HNO_3 40%

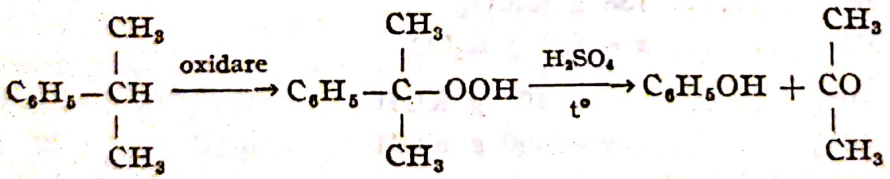
$y = 958$ kg acid picric;

d) $C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5Cl + HCl$

$C_6H_5Cl + NaOH \xrightarrow[340° \text{ și } 200 \text{ atm}]{Cu} C_6H_5OH + NaCl$

$C_6H_6 + 1/2O_2 + HCl \xrightarrow{CuCl_2} C_6H_5Cl + H_2O$

$C_6H_5Cl + H_2O \xrightarrow[Al_2O_3]{425°} C_6H_5OH + HCl$



isopropil benzen=cumen — hidroperoxid de cumen

Problema nr. 19

Se dă un cilindru gradat, închis la un capăt și răsturnat într-un cristalizor care conține 1 kg soluție 40% KOH. În cilindru se găsesc 89,6 ml amestec de aer, CO și CO_2. Volumul amestecului gazos începe să scadă și se stabilizează la 78,4 ml.

Scanned with OKEN Scanner

Cu o scînteie electrică se aprinde CO rămas în cilindru. Volumul amestecului gazos scade la 44,8 ml.

Știind că prin ardere se consumă în întregime CO și O_2 din aer, se cere:

a) cantitățile de O_2, N_2, CO, CO_2 din amestecul gazos, precum și raportul lor molar;

b) cantitatea de KOH consumată în reacție;

c) cantitatea de K_2CO_3 formată;

d) concentrația % a soluției de KOH după reacție.

Rezolvare:

a) Volumul CO_2 absorbit de KOH:

$89,6 - 78,4 = 11,2$ ml.

Volumul (CO + O_2 din aer) consumat la ardere:

$78,4 - 44,8 = 33,6$ ml.

Volumul N_2:

$89,6 - (11,2 + 33,6) = 44,8$ ml.

Din ecuația: $CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$ rezultă:

$$33,6 \text{ ml } (CO + O_2) \begin{cases} 22,4 \text{ ml CO} \\ 11,2 \text{ ml } O_2 \end{cases} \rightarrow 22,4 \text{ ml } CO_2$$

$O_2 : N_2 : CO : CO_2 = 11,2 : 44,8 : 22,4 : 11,2 = 1 : 4 : 2 : 1$;

b) $2KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$

CO_2 care reacționează: $11,2 + 22,4 = 33,6$ ml

22,4 l CO_2 ..... 112 g KOH

0,0336 l CO_2 ..... $x = 0,168$ g KOH;

c) din *b)*:

$2 \cdot 56$ g KOH ..... 138 g K_2CO_3

0,168 g KOH ..... $x = 0,2$ g K_2CO_3

d) 100 g sol 40% ..... 40 g KOH

1 000 g sol 40% ..... $x = 400$ g KOH.

Se consumă 0,168 g KOH și au rămas:

$400 - 0,168 = 399,832$ g KOH.

Concentrația $\simeq 39,9\%$ KOH.

Problema nr. 20

Într-o soluție apoasă, conținînd o greutate necunoscută de Na_2SO_3 și de $Na_2S_2O_3$, se adaugă 0,1775 g Na_2SO_4. Totul se atacă la fierbere cu 25 ml acid sulfuric *n*. Rezultă un precipitat cîntărind 0,120 g și

Scanned with OKEN Scanner

un gaz care, captat și absorbit în întregime în apa distilată, decolorează o soluție ce conține 0,395 g de permanganat de potasiu. Adăugînd apoi clorură de bariu în soluția atacată cu acid sulfuric, se formează un precipitat. Să se calculeze cantitățile de sulfit de sodiu, tiosulfat de sodiu și sulfat de bariu.

Rezolvare:

Reacțiile care au loc:

$$\begin{cases} Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2 + H_2O & (1) \\ Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2 + S + H_2O & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O & (3) \\ 5SO_2 + 5H_2O + 5O = 5H_2SO_4 & (4) \end{cases}$$

$$\begin{cases} Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2NaCl & (5) \\ H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2HCl & (6) \end{cases}$$

Din ecuația (2):

158 g $Na_2S_2O_3$ ..... 32 g S

$x = 0{,}5925$ g $Na_2S_2O_3$ .. 0,120 g S

Soluția de $KMnO_4$ este decolorată de SO_2.

Din ecuațiile (3) și (4):

$2\ KMnO_4 \longleftrightarrow 5SO_2$

$2 \cdot 158$ g $KMnO_4$ ..... $5 \cdot 64$ g SO_2

0,395 g $KMnO_4$ ..... $x = 0{,}400$ g SO_2

Cele 0,400 g SO_2 rezultă din (1) și (2)

158 g $Na_2S_2O_3$ ..... 64 g SO_2

0,5925 g $Na_2S_2O_3$ ..... $x = 0{,}240$ g SO_2

Diferența:

$$0{,}400 - 0{,}240 = 0{,}160 \text{ g } SO_2$$

este provenită din descompunerea Na_2SO_3:

64 g SO_2 ..... 126 g Na_2SO_3

160 g SO_2 ..... $x = 0{,}315$ g Na_2SO_3.

Cantitatea de H_2SO_4 $n/1$:

1 000 ml H_2SO_4 n ..... 49 g H_2SO_4

25 ml H_2SO_4 n ..... $x = 1{,}225$ g H_2SO_4.

Din (5) și (6): $H_2SO_4 \longleftrightarrow Na_2SO_4$

98 g H_2SO_4 ..... 142 g Na_2SO_4

1,225 g H_2SO_4 ..... $x = 1{,}775$ g Na_2SO_4

Cantitatea totală de Na_2SO_4:

$1{,}775 + 0{,}1775 = 1{,}9525$ g Na_2SO_4

$Na_2SO_4 \longleftrightarrow BaSO_4$

142 g Na_2SO_4 ..... 233,4 g $BaSO_4$

1,9525 g Na_2SO_4 ..... $x = 3{,}208$ g $BaSO_4$

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 21

Se supun electrolizei 3 000 cm³ soluție 0,1 *m* $CuSO_4$ sub un curent de 4 A; timp de 3,35 ore, folosind anod insolubil.

Se cer:

a) ecuațiile reacțiilor ce au loc la electrozi;

b) electroliza este totală?

c) cu ce randament de curent s-ar fi lucrat dacă la catod s-ar fi depus 18 g metal;

d) densitatea, densitatea față de aer și volumul în condiții normale a gazului degajat la anod;

e) presiunea gazului de la pt. *d)* dacă s-ar fi închis într-un vas de 1 l capacitate;

f) presupunînd că volumul soluției de $CuSO_4$ a rămas constant, să se determine molaritatea soluției rămase după electroliză.

Rezolvare:

a) schema electrolizei:

(la catod) $Cu^{++} \xrightarrow{+2e} Cu$;

(la anod) $2OH^- \xrightarrow{-2e} H_2O + \frac{1}{2} O_2$;

b) soluția conține:

$$160 \cdot 0{,}1 \cdot \frac{3\,000}{1\,000} = 48 \text{ g } CuSO_4$$

în care se găsesc: $64 \cdot \frac{48}{160} = 19{,}2$ g Cu

Canitatea de electricitatea consumată:

$Q = It = 4 \cdot 3{,}35 = 13{,}4$ Ah;

$1F(26{,}8 \text{ Ah}) \ldots\ldots\ldots \frac{64}{2} = 32$ g Cu;

$13{,}4$ Ah $\ldots\ldots\ldots x = 16$ g Cu,

deci electroliza nu este totală.

c) În aceste condiții:

$$\eta = \frac{16}{19{,}2} \cdot 100 = 83\%.$$

Scanned with OKEN Scanner

Dacă la catod s-ar fi depus 18 g Cu, atunci:

$$\eta = \frac{18}{19,2} \cdot 100 = 93\%;$$

d) $\rho O_2 = \frac{32}{22,4} = 1,4$ g/l;

$$d_{aer} = \frac{32}{29} = 1,1.$$

volumul O_2, din schema de la pt. *a)*:

64 g Cu ..... 11,2 l O_2;

16 g Cu ..... $x = 2,8$ l O_2;

e) $p_1v_1 = p_2v_2$; $p_1 = 1$, $p_2 = x$, $v_1 = 2,8$ l, $v_2 = 1$ l;

$$p_2 = \frac{p_1v_1}{v_2} = \frac{1 \cdot 2,8}{v_1} = 2,8 \text{ atm.}$$

f) Cele 16 g Cu se găsesc în:

$$160 \cdot \frac{16}{64} = 40 \text{ g } CuSO_4,$$

care deci se consumă. Rămîn neconsumate: 48 — 40 = 8 g $CuSO_4$;

3 l soluție ..... 8 g $CuSO_4$;

1 l soluție ..... $x = 2,66$ g $CuSO_4$ sau 0,016 moli,

deci concentrația soluției este 0,16 *m*.

II. PROBLEME PROPUSE

Problema nr. 1

Se descompun termic 500 kg piatră-de-var care conține 80% $CaCO_3$.

Se cere:

a) volumul de CO_2 obținut la descompunere, măsurat în condiții normale;

b) densitatea și densitatea față de aer a bioxidului de carbon;

c) compoziția procentuală a bioxidului de carbon;

d) cantitatea de soluție 0,1% de $Ca(OH)_2$ care absoarbe complet bioxidul de carbon rezultat la descompunere;

e) cantitatea de acid sulfuric care reacționează cu CaO rezultat prin descompunere.

R. *a)* 89,6 m^3 CO_2; *b)* 1,9 g/l; 1,5; *c)* C = 27,3%; O = 72,7%; *d)* 296 000 kg $Ca(OH)_2$ 0,1%; *e)* 392 kg H_2SO_4

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 2

4,5 g acid organic se descompun și produc: 1,4 g CO; 2,2 g CO_2 și 0,9 g H_2O.

Se cere:

a) compoziția și formula acidului;

b) cantitatea de soluție 10% NaOH cu care reacționează, CO, pentru a produce formiatul de sodiu:

c) cantitatea de piatră-de-var de 80% puritate în care se cuprinde CO_2 dat;

d) cantitatea de carbid de 90% puritate cu care reacționează H_2O dată; ce volum de gaz se obține?

R. *a)* C : O : H = 12 : 32 : 1 și C% = 26,6; O% = 71,1; H% = 2,2 $C_2O_4H_2$; *b)* 20 g NaOH 10%; *c)* 6,25 g piatră-de-var 80%; *d)* 1,77 g CaC_2 90% și 0,56 l C_2H_2

Problema nr. 3

Peste 150 kg de cărbune cu 20% impurități (incandescente) se trec vapori de apă supraîncălziți.

Se cere:

a) volumul amestecului gazos rezultat și densitatea lui față de oxigen;

b) volumul de aer (cu 20% O_2, vol) ce se consumă la arderea amestecului gazos;

c) cantitatea de CH_3OH (în kg și kmoli) ce se poate obține din amestecul de gaze de la pt. *a);*

d) compoziția CH_3OH, exprimată în două moduri;

e) o altă metodă pentru obținerea CH_3OH;

R. *a)* 448 m³ (CO și H_2); *b)* 1 120 m³ aer; *c)* 160 kg CH_3OH; *d)* C : H : O = = 3 : 1 : 4; 37,5% C, 12,5% H_2, 50% O_2.

Problema nr. 4

Se descompun 180 kg acid oxalic conform schemei:

$$H_2C_2O_4 \rightarrow CO_2 + CO + H_2O$$

Se cere:

a) volumul amestecului de CO și CO_2 rezultate;

b) compoziția în % volum și % de masă a amestecului de CO și CO_2;

Scanned with OKEN Scanner

c) cantitatea de soluție 5% NaOH care absoarbe CO_2;
d) cantitatea de CH_3OH care se poate fabrica cu CO rezultat;
e) cantitatea de Fe_3O_4 ce se poate reduce cu CO rezultat;

R. *a)* 89,6 m³ amestec CO și CO_2; *b)* 50% CO și 50% CO_2 (în % volum) și 61,12% CO_2 și 38,88% CO (în % masă); *c)* 1 600 kg NaOH 5%; *d)* 64 kg CH_3OH; *e)* 116 kg Fe_3O_4

Problema nr. 5

La prăjirea a 2 g dintr-un minereu rezultă 1,71 g ZnO și o cantitate de CO_2 care e absorbită complet de 50 ml soluție NaOH 0,1 molar Se cere:
a) volumul de CO_2 măsurat în condiții normale;
b) procentele de C, Zn și impurități din minereu.

R. *a)* 0,056 l CO_2; *b)* 1,5% C; 68,5% Zn; 30,5% impurități.

Problema nr. 6

Prin arderea a 1 g hidrocarbură cu masa moleculară 100 se obțin 3,08 g CO_2 și 1,44 g H_2O. Se cere:
a) să se determine compoziția și formula hidrocarburii;
b) izomerii aciclici posibili ai hidrocarburii respective;

R. *a)* C : H = 21 : 4; 84% C și 16% H_2; C_7H_{16}

b) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ — *n* heptan

$CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CH_2CH_3$ — 2 metil hexan

$CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$ — 3 metil hexan

$CH_3CH(CH_3)CH_2CH(CH_3)CH_3$ — 2,4 dimetil pentan

$CH_3CH(CH_3)CH(CH_3)CH_2CH_3$ — 2,3 dimetil pentan

$CH_3C(CH_3)_2CH_2CH_2CH_3$ — 2,2 dimetil pentan

$CH_3CH_2C(CH_3)_2CH_2CH_3$ — 3,3 dimetil pentan

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 7

Se supun fermentației alcoolice 2 kmoli glucoză. Gazul rezultat se culege în recipiente de cîte 112 l la temperatura de 27 °C și presiunea de 11 atm.

Se cere:

a) în cîte recipiente încape gazul?

b) ce cantitate de soluție 10% de NaOH e necesară pentru a absorbi conținutul unui recipient?

R. *a)* 80 recipiente; *b)* 40 kg sol 10% NaOH

Problema nr. 8

Se fabrică 640 kg alcool metilic pornind de la: *a)* CH_2O; *b)* CO.

Se cere:

1) cantitatea de CH_2O în kmoli și de CO în m^3 necesară;

2) volumul de hidrogen măsurat la 27 °C și 150 atm ce se degajă în reacția cu Na a alcoolului metilic;

3) cantitatea de acid acetic care reacționează cu alcoolul fabricat.

R. 1) 20 kmoli CH_2O; 448 m^3 CO; 2) 1,64 m^3 H_2; 3) 1 200 kg CH_3COOH.

Problema nr. 9

Se fabrică acid acetic folosind ca materii prime:

1) 112 m^3 etilenă;

2) 10 kmoli glucoză;

3) 1 000 kg $CaCO_3$. Se cere:

a) cantitatea de acid acetic 9% care se obține în fiecare din cele 3 cazuri;

b) volumul de CO_2 la 27 °C și 6 atm care rezultă din glucoză;

c) molaritatea acidului acetic 9% ($\rho = 1{,}011$ g/cm^3).

R. *a)* 3 333,3 kg; 13 333,3 kg; 6666,7 kg;
b) 448 m^3 CO_2 (în c.n.) și 82 m^3 în condițiile problemei.
c) 1,516 moli/l.

Problema nr. 10

O cantitate de 2 kg soluție 2% Br reacționează cu 4,5 g dintr-un metal. Știind că echivalentul Br este 80 și valența 1, iar masa moleculară a combinației rezultate este 267, se cere:

a) echivalentul, masa atomică și valența metalului;

Scanned with OKEN Scanner

b) cantitatea de H_2SO_4 49% cu care ar putea eacţiona metalul;
c) cantitatea de soluţie 4% NaOH care reacţionează cu compusul dintre metal şi brom.

R. *a)* E = 9; 27; 3; *b)* 50 g H_2SO_4 49%; *c)* 500 g NaOH 4%.

Problema nr. 11

La 500 cm^3 soluţie molară de KI se adaugă o soluţie 20% $KMnO_4$ şi 400 cm^3 H_2SO_4. Se cere:
a) scrierea ecuaţiilor reacţiilor;
b) cantitatea de soluţie $KMnO_4$ intrată în reacţie;
c) normalitatea soluţiei de H_2SO_4 utilizată;
d) volumul ocupat de iodul (în stare de vapori) rezultat la 81°C şi presiunea normală;

R. *a)* $10KI + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5I_2 + 6K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O$
b) 76 g $KMnO_4$ 20%; *c)* 7,28 l I_2.

Problema nr. 12

Prin descompunerea termică a carbonatului de calciu rezultă oxid de calciu şi bioxid de carbon.
Se cere:
a) cantitatea de piatră-de-var (ce conţine 90% carbonat de calciu). care trebuie descompusă pentru a se obţine 112 kg oxid de calciu;
b) cantitatea de apă care reacţionează cu oxidul de calciu de la punctul *a)* şi cantitatea de hidroxid de calciu rezultată;
c) volumul şi masa bioxidului de carbon rezultat la punctul *a)*;
d) compoziţia carbonatului de calciu, exprimată printr-un raport şi în procente de masă.

R. *a)* 222,2 kg piatră-de-var de 90% puritate;
b) 36 kg apă; 148 kg hidroxid de calciu;
c) 44,8 m^3 sau 88 kg bioxid de carbon;
d) Ca : C : O = 10 : 3 : 12; Ca—40%, C—12%, O_2—48%.

Problema nr. 13

Prin sinteză directă se fabrică 730 kg acid clorhidric.
Jumătate din acidul clorhidric se dizolvă în apă, astfel ca soluţia obţinută să aibă o concentraţie de 36,5%, iar cealaltă jumătate se adiţionează la etenă.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) masa soluţiei de 36,5%;

c) cantitatea de carbonat de sodiu care neutralizează soluţia de acid clorhidric;

d) volumul de acid clorhidric, măsurat în condiţii normale, care se combină cu etena.

R. *a)* $H_2 + Cl_2 = 2HCl$

$H_2C = CH_2 + HCl \rightarrow C_2H_5Cl$

$2HCl + Na_2CO_3 = CO_2 + H_2O + 2NaCl$;

b) 1 000 kg HCl 36,5%; *c)* 530 kg Na_2CO_3; *d)* 224 m^3 HCl.

Problema nr. 14

Alama este un aliaj de cupru şi zinc. Pentru determinarea compoziţiei sale se dizolvă în acid azotic. Din soluţie se separă cuprul şi se cîntăreşte ca sulfură cuproasă şi apoi se separă zincul şi se cîntăreşte ca pirofosfat de zinc. 0,90 g alamă au dat la această analiză 0,8 g Cu_2S şi 0,4 g $Zn_2P_2O_7$ (pirofosfat de zinc). Să se calculeze conţinutul în cupru, zinc şi impurităţi.

R. Cu = 71%; Zn = 19%; impurităţi = 10%.

Problema nr. 15

În 10 000 kg soluţie 49% de H_2SO_4 se introduc 540 kg aluminiu pur. Să se calculeze:

a) cantitatea de sare rezultată;

b) volumul, densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului degajat;

c) cantitatea de H_2SO_4 rămasă în soluţie după consumarea Al;

d) concentraţia procentuală a soluţiei de H_2SO_4 rămasă după reacţie şi volumul soluţiei 5 *m* de NaOH care ar neutraliza complect această soluţie.

R. *a)* 3 420 kg $Al_2(SO_4)_3$; *b)* 672 m^3 H_2; $\rho H_2 = 0,089$ g/l;

$d_{aer} = 0,069$; *c)* 1 960 kg H_2SO_4; *d)* 27,76%; 8 m^3 sol 5 *m* NaOH.

Problema nr. 16

Se supun oxidării complete 160 g metan. Oxigenul necesar oxidării se obţine prin descompunerea Na_2O_2.

Se cere:

a) să se determine numărul de moli de O_2 necesar oxidării;

Scanned with OKEN Scanner

b) volumul măsurat în condiţii normale de CO_2 obţinut la punctul *a)*;

c) cantitatea de Na_2O_2 folosit pentru obţinerea oxigenului necesar oxidării metanului.

R. *a)* 20 moli; O_2; *b)* 22 4 1 CO_2; *c)* 3 120 g Na_2O_2.

Problema nr. 17

Prin prăjirea a 970 kg ZnS rezultă ZnO şi un gaz. ZnO se dizolvă într-o soluţie de HCl 3,65%.

Se cere:

a) cantitatea de ZnO rezultată;

b) volumul gazului degajat;

c) cantitatea soluţiei HCl 3,65% care dizolvă ZnO;

d) cantitatea de $ZnCl_2$ obţinută în kg şi moli.

R. *a)* 810 kg ZnO; *b)* 224 m^3 SO_2; *c)* 730 kg HCl 100%; 20 000 kg sol 3,65%; *d)* 1 360 kg $ZnCl_2$; 10 kmoli $ZnCl_2$.

Problema nr. 18

Prin tratarea carburii de calciu cu apă se obţine o substanţă *A*. Tratînd cu apă substanţa *A*, se obţine o substanţă *B*. Prin oxidarea substanţei *B*, se obţine o substanţă *C*, iar prin hidrogenarea substanţei *B* se obţine o substanţă *D*.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) densitatea gazului *A* în raport cu aerul;

c) cîţi litri de substanţă *A* se obţin din 80 kg carbid de 80% puritate?

d) cîte kilograme de oxigen sînt necesare pentru a arde complet cantitatea de gaz *A* de la punctul *c)*?

e) cîte kilograme de soluţie 9% din substanţa *C* se pot obţine pornind de la 64 kg carbură de calciu?

R. *a)* $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2^{(A)} + Ca(OH)_2$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3^{(B)} \cdot CHO$

$CH_3CHO + 1/2O_2 \rightarrow CH_3^{(C)} \cdot COOH$

$CH_3CHO + H_2 \rightarrow CH_3CH_2^{(D)} \cdot OH$;

b) 0,9; *c)* 22 400 l C_2H_2; *d)* 80 kg O_2; *e)* 666 kg soluţie 9% $CH_3 \cdot COOH$.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 19

O soluție de azotat de argint conține, la litru, o cantitate necunoscută din această substanță. Adăugînd la 100 ml din această soluție 7,3 ml soluție de acid clorhidric, care cuprinde 50 g de acid la litru, se precipită tot argintul sub formă de clorură. Se cere:

a) care este masa clorurii de argint precipitată?

b) care este masa azotatului de argint conținut într-un litru de soluție?

c) dacă masa acidului conținut în 7,3 ml de soluție de acid clorhidric este în stare gazoasă la 0 °C și 760 mm Hg, ce volum va ocupa?

R. *a)* 1,435 g AgCl; *b)* 17 g $AgNO_3$; *c)* 0,224 l HCl.

Problema nr. 20

Se tratează 1 170 kg NaCl cu acid sulfuric 90%. Acidul clorhidric rezultat se adiționează la acetilenă în vederea obținerii policlorurii de vinil.

Acetilena a rezultat dintr-un carbid de 80% puritate.

Se cere:

a) cantitatea de soluție de acid sulfuric consumată;

b) volumul de acid clorhidric obținut;

c) cantitatea de acetilenă (în kmoli și m^3) și de carbid necesare;

d) cantitatea de policlorură de vinil obținută;

e) gradul de polimerizare al policlorurii de vinil;

R. *a)* 980 kg H_2SO_4, 1 088,8 kg H_2SO_4 90%; *b)* 448 m^3 HCl; *c)* 20 kmoli, 520 kg, 448 m^3 C_2H_2; 1 600 kg carbid 80%; *d)* 1 250 kg policlorură de vinil; *e)* 20.

Problema nr. 21

Se dă un amestec echimolecular de CH_4 și C_2H_2 care prin ardere produce 67,2 m^3 CO_2. Se cere:

a) compoziția în % volum a amestecului dat;

b) densitatea și masa moleculară medie a amestecului precum și densitatea față de hidrogen a acestui amestec;

c) volumul de aer (cu 20% O_2 în vol.) consumat la arderea amestecului;

d) cantitatea de soluție 4,9 H_2SO_4, care neutralizează soluția de NaOH, care ar absorbi CO_2 rezultat la ardere (se obține o sare neutră).

R. *a)* 50% CH_4 și 50% C_2H_2; *b)* $\rho = 0{,}93$ g/l; $M = 21$; $d_{H_2} = 10{,}5$ *c)* 504 m^3 aer; *d)* 6 000 kg H_2SO_4 4,9%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 22

Se dau 500 kg blendă ce conţine 25% sulfură de zinc. Pentru obţinerea Zn metalic se prăjeşte blenda, obţinîndu-se un gaz *A*. Oxidul rezultat prin prăjirea blendei este redus cu cărbune şi se obţine un gaz *B*.

Se cere:

a) scrierea ecuaţiilor reacţiilor de obţinere a Zn metalic;

b) cantitatea de Zn obţinută, în kg şi atomi-gram, randamentul reacţiei fiind 90%;

c) cantitatea (kg) de soluţie $Ca(OH)_2$ 1% care absoarbe complet gazul *A* (din reacţie rezultă o sare acidă);

d) cantitatea în m^3 de aer (ce conţine 20% volume O_2) necesară arderii complete a gazului *B*;

e) ρ şi d_{aer} a gazelor *A* şi *B*. De cîte ori gazul *A* este mai greu decît gazul *B*?

R. *a)* $ZnS + {}^3/_2\, O_2 \rightarrow ZnO + SO_2\uparrow$ *(A)*

$ZnO + C \rightarrow Zn + CO\uparrow$ *(B)*;

b) 125 kg ZnS pur,
75,5 kn Zn (90%) sau 1 160 atomi-gram;

c) $Ca(OH)_2 + 2SO_2 \rightarrow Ca(HSO_3)_2$
47,48 kg $Ca(OH)_2$ şi 4748 kg soluţie 1%;

d) $CO + {}^1/_2\, O_2 \rightarrow CO_2$
71,87 m^3 aer;

e) $\rho SO_2 = 2{,}8$ g/l; $\rho CO = 1{,}2$ g/l
$d_{aer} = 2{,}2$; $d_{aer} = 0{,}9$;
2,28 ori.

Problema nr. 23

Doi atomi de sodiu reacţionează cu 4,6 l apă şi formează o soluţie alcalină *A* şi un gaz *B*.

Se cere:

a) volumul de gaz *B* rezultat, măsurat în condiţii normale;

b) cantitatea de HCl (în volume şi în moli) ce se obţine cu cantitatea de gaz *B* de la punctul *a)* şi densitatea faţă de aer a acidului clorhidric;

Scanned with OKEN Scanner

c) concentrația soluției alcaline *A* (în procente greutate);

d) cantitatea de soluție 4,9% de acid sulfuric care neutralizează soluția alcalină *A*.

R. *a)* 22,4 l H_2; *b)* 44,8 l HCl; 2 moli HCl; 1,26; *c)* 1,72%; *d)* 2 kg H_2SO_4 4,9%.

Problema nr. 24

O cantitate *x* de pirită conține 80% FeS_2. Prin prăjirea ei rezultă 3 200 kg Fe_2O_3 și bioxid de sulf ($\eta = 100\%$.)

Se cere:

a) cantitatea de SO_2 obținută (în kg și m^3) și cantitatea *x* de pirită folosită;

b) cantitatea de aer necesară la prăjire;

c) cantitatea de soluție 36,5 % HCl, care transformă Fe_2O_3 în $FeCl_3$;

d) cantitatea de H_2SO_4 98%, care se obține cu SO_2 degajat.

R. *a)* 5 120 kg, 1 792 m^3; 6 000 kg pirită 80%; *b)* 12 320 m^3 aer; *c)* 12 000 kg HCl; *d)* 8 000 kg H_2SO_4 98%.

Problema nr. 25

Prin disocierea termică a metanului se obține negru de fum și hidrogen. Știind că se pornește de la 100 m^3 metan, măsurat în condiții normale, se cere:

a) cantitatea de produse (în moli și kilograme, respectiv litri) ce se obțin la descompunerea termică a metanului;

b) densitatea și densitatea față de aer a metanului. De cîte ori este mai ușor metanul decît aerul?

c) volumul (în metri cubi) de amoniac ce se obține cu hidrogenul de la punctul *a)* și cantitatea de FeO ce se reduce cu carbonul de la punctul *a)*;

d) concentrația procentuală a soluției obținute prin dizolvarea amoniacului rezultat la punctul *c)* în 400 kg apă.

R. *a)* 4 464 moli = 53,6 kg C; 8 928 moli = 200 000 l = 17,8 kg H_2; *b)* 0,71 g/l; 0,55; 1,81 ori; *c)* 133 m^3 NH_3; 321,4 kg FeO; *d)* 20%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 26

O substanţă cu compoziţia:

$$54{,}54\%\ C;\ 9{,}09\%\ H_2;\ 36{,}37\%\ O_2$$

reacţionează cu o soluţie amoniacală de azotat de argint obţinîndu-se cantitativ 43,2 g Ag.

Se cere:

a) să se arate formula structurală a substanţei considerate;

b) presupunînd că această substanţă se tratează succesiv întîi cu iodură de metil magneziu şi apoi cu apă (hidroliză) şi se arate ce produs final se obţine şi în ce cantitate.

R. *a)* $CH_3CH = 0$; *b)* 12 g alcool izopropilic.

Problema nr. 27

Se dau 1659,3 kg calcar cu un conţinut de 80% carbonat de calciu. După o serie de transformări se obţine acid acetic. Printre produşii intermediari se află şi carbidul, care se obţine din CaO.

Se presupune că η pentru fiecare în parte din cele cinci faze este 98%.

Se cere:

a) scrierea ecuaţiilor reacţiilor;

b) cantitatea de acid acetic, în kmoli şi kg;

c) cantitatea de soluţie 5% ce rezultă prin dizolvarea acidului acetic în apă;

d) volumul soluţiei 5 *m* de NaOH care neutralizează acidul acetic;

e) volumul de metan, măsurat în condiţii normale, care se consumă la fabricarea aceleiaşi cantităţi de acid acetic.

R. *a)* $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3C\begin{matrix} \diagup\!\!\!\diagup O \\ \diagdown H \end{matrix}$

$CH_3CHO + 1/2\ O_2 \rightarrow CH_3COOH$;

b) 12 kmoli = 720 kg CH_3COOH;

c) 14 400 kg soluţie 5%;

d) 2 400 l sol 5 *m* NaOH;

e) 537,6 m^3 CH_4.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 28

Într-un cilindru de oţel de 40 l, la 6 atm şi 0 °C se află SO_2. Se scot 134,4 l SO_2 (măsuraţi în condiţii normale), pentru a prepara sulfit acid de calciu.

Se cere:

a) presiunea gazului rămas în cilindru;

b) cantitatea în moli şi g de sulfit acid de calciu obţinut;

c) cantitatea de FeS_2 necesară obţinerii SO_2 din cilindru;

R. *a)* 2,64 atm; *b)* 3 moli $Ca(HSO_3)_2$; 606 g $Ca(HSO_3)_2$; *c)* 643 g FeS_2

Problema nr. 29

Se tratează o cantitate *A* de sulfură de zinc cu acid sulfuric, rezultînd 112 l de hidrogen sulfurat. Aceeaşi cantitate *A* de sulfură de zinc se supune prăjirii, rezultînd bioxid de sulf.

Se cere:

a) cantitatea *A* de sulfură de zinc;

b) volumul densitatea absolută şi densitatea relativă faţă de aer a gazului rezultat la prăjire;

c) volumul soluţiei 0,1 molare de $Ca(OH)_2$ care absoarbe gazul rezultat la prăjire, ştiind că se formează sulfit acid de calciu;

d) cantitatea de soluţie 8% NaOH care absoarbe H_2S rezultat din cantitatea *A* de sulfură de zinc.

R. *a)* 485 g ZnS (5 moli); *b)* 5 moli = 112 l SO_2; $\rho SO_2 = 2,86$ g/l; $d_{aer} = 2,2$; *c)* 25 l sol 0,1 *m* $Ca(OH)_2$; *d)* 5 kg NaOH 8%.

Problema nr. 30

Se dau 10 g calcar de x % puritate, la care se adaugă 25 cm^3 soluţie HCl 26,2 % cu $\rho = 1,13$ g/cm^3. Se degajă 1, 792 l CO_2.

Se cere:

a) puritatea x a calcarului;

b) să se arate dacă reacţia este totală; discuţie.

R. *a)* 80% puritate; *b)* exces 1,56 g HCl pur; 5,95 g HCl 26,2% sau 5,26 cm^3 HCl 26,2%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 31

Se fabrică 8 tone cianamidă de calciu, pornind de la piartă-de-var de puritate 80% și cărbune ce conține 25% impurități. CO_2 rezultat este folosit la fabricarea ureei (prin procedeul de sinteză, cu ajutorul NH_3). Cianamida de calciu este utilizată pentru a obține amoniac necesar sintezei ureei.

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor;

b) cantitatea de piatră-de-var necesară în fabricație;

c) cantitatea de cărbune consumată;

d) volumul de CO_2 și de NH_3 obținut;

e) să se arate dacă reacția dintre CO_2 și NH_3 este completă și dacă una din cele două substanțe este în exces;

f) cantitatea de uree fabricată.

R. *a)* $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$
$CaC_2 + N_2 \rightarrow CaCN_2 + C$
$CaCN_2 + 3H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2NH_3$
$CO_2 + 2NH_3 \rightarrow CO(NH_2)_2 + H_2O$;

b) 10 000 kg $CaCO_3$ pur și 12 500 kg piatră-de-var de 80%;

c) 3 600 kg C pur și 4 800 kg cărbune de 75%;

d) 2 240 m^3 CO_2; 4 480 m^3 NH_3;

e) reacția este completă; nici una din substanțe nu este în exces;

f) 6 000 kg uree.

Problema nr. 32

Prin prăjirea a 200 kg dintr-un minereu rezultă 44,8 m^3 SO_2 și 80 kg Fe_2O_3.

Se cere:

a) cantitatea de SO_2 exprimată în kg;

b) procentele de fier, sulf și impurități din minereu;

c) volumul soluției molare de H_2SO_4 care dizolvă oxidul feric rezultat prin prăjire;

d) cantitatea de soluție 20% NaOH care transformă SO_2 în sulfit acid de sodiu.

R. *a)* 128 kg SO_2; *b)* S = 32%; Fe = 28%; impurități = 40%;
c) 1 500 l H_2SO_4 1 *m*; *d)* 400 kg NaOH 20%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 33

18 kg glucoză pură se supun fermentaţiei alcoolice. Rezultă alcool etilic şi un gaz care se culege într-o soluţie 5% $Ca(OH)_2$.

Alcoolul, după separarea şi purificarea lui mai conţine 8% apă, care se poate îndepărta cu oxid de calciu.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) compoziţia procentuală a glucozei;

c) volumul de gaz rezultat din fermentare, măsurat în condiţii normale;

d) cantitatea de soluţie de hidroxid de calciu care absoarbe gazul;

e) cantitatea de CaO (în moli) care se consumă pentru fixarea apei.

R. *a)* $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2$

$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$;

b) C = 40%; H_2 = 6,6%; O_2 = 53,3%;

c) 4 480 l;

d) 14,8 kg $Ca(OH)_2$; 296 kg soluţie;

e) 0,044 kmoli CaO.

Problema nr. 34

Din azot şi hidrogen se fabrică 2 240 l amoniac. Amoniacul se oxidează catalitic cu aer (21% oxigen, în vol) în vederea obţinerii acidului azotic, potrivit reacţiei globale: $NH_3 + 2O_2 = HNO_3 + H_2O$. Presupunînd că toate transformările au loc cantitativ şi că substanţele gazoase sînt măsurate în condiţii normale, se cere:

a) volumul de azot şi cel de hidrogen necesare fabricării amoniacului;

b) volumul de aer folosit la oxidarea amoniacului;

c) cantitatea de acid azotic 60% obţinută;

d) molaritatea acidului azotic 60% (ρ = 1,361 g/cm³).

R. *a)* 1120 l N_2; 3360 l H_2; *b)* 21 333 l aer; *c)* 10,5 kg HNO_3 60%; *d)* 12,96 *m*.

Problema nr. 35

Un alcan *A* conţinînd în moleculă 10 atomi de hidrogen se supune cracării termice, rezultînd un alcan *B* şi o alchenă *C*, cu acelaşi număr de atomi de carbon în moleculă. Amestecul *B* şi *C* se supune hidratării în prezenţa acidului sulfuric şi se obţine un compus orga-

Scanned with OKEN Scanner

nic D, cu un randament de 80%. Știind că se obțin 5 kg alcan A, să se determine:

a) formula substanțelor A, B, C, D.

b) cantitatea de compus carbonilic ce se poate obține din D, dacă randamentul acestei ultime etape este de 90%.

R. *a)* A C_4H_{10}; B CH_3CH_3; C $CH_2=CH_2$; D CH_3CH_2OH;
b) 3,8 kg ($\eta = 100\%$) și 2,73 kg ($\eta = 72\%$).

Problema nr. 36

Se dă un volum A de HCl gazos în condiții normale. Volumul A se împarte în trei părți și se supune unor transformări astfel:

1) 44,8 m³ se transformă în soluție 4 molară;

2) 2 kmoli se trec printr-o suspensie apoasă care conține un exces de pulbere de zinc;

3) 36,5 kg reacționează cu etilenă.

Să se calculeze:

a) volumul de HCl gazos A;

b) volumul soluției 4 molară de la punctul 1):

c) volumul, densitatea, densitatea față de aer și masa gazului rezultat în reacția de la punctul 2):

d) cantitatea de substanță ce rezultă la punctul 3);

R. *a)* 112 m³ HCl; *b)* 500 l soluție 4 *m*; *c)* 22,4 m³ H_2; $\rho = 0{,}089$ g/l; 0,069; 2 kg H_2; *d)* 64,5 kg C_2H_5Cl.

Problema nr. 37

Se fabrică 896 m³ de bioxid de sulf, prin prăjirea unei pirite care conține 40% steril. 2/5 din bioxidul de sulf obținut se trece printr-o suspensie dublu molară de hidroxid de calciu, în vederea preparării sulfitului acid de calciu. Restul de bioxid de sulf se transformă în acid sulfuric. Se cere:

a) cantitatea de pirită folosită pentru obținerea SO_2;
b) volumul amestecului (suspensie) de hidroxid de calciu;
c) numărul de moli de sulfit acid de calciu care se obțin;
d) cantitatea de acid sulfuric format.

R. *a)* 4 000 kg pirită cu 40% steril; *b)* 4 000 l $Ca(OH)_2$ 2 *m*;
c) 8 000 moli $Ca(HCO_3)_2$; *d)* 2 352 kg H_2SO_4

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 38

Prin reacţia în cuptor electric a oxidului de calciu cu carbonul se obţine o substanţă *A*, a cărei compoziţie este dată de raportul:

$$Ca : C = 5 : 3.$$

Substanţa *A* reacţionează cu apa şi produce o substanţă gazoasă *B* şi o substanţă alcalină *C*. Gazul *B* adiţionează apă şi produce o substanţă, care prin hidrogenare trece în alcool etilic ($\rho = 0{,}8$ g/ml). Substanţa alcalină *C* este neutralizată cu o soluţie 25% de acid sulfuric.

Se cere:

a) să se determine formula substanţei *A*;
b) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;
c) să se calculeze densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului *B*. De cîte ori gazul *B* este mai uşor decît aerul?
d) să se afle numărul de mililitri de alcool etilic ce se obţine dacă se porneşte de la 1 kmol oxid de calciu;
e) masa soluţiei de acid sulfuric care neutralizează substanţa *C*;
f) compoziţia procentuală a substanţei *C*.

R. *a)* CaC_2;

b) $CaO + 3C \rightarrow \overset{(A)}{CaC_2} + CO$

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow \overset{(B)}{C_2H_2} + Ca(OH)_2$

$C_2H_2 + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}} CH_3CHO$

$CH_3CHO + H_2 \rightarrow C_2H_5OH$

$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$;

c) $\rho = 1{,}16$ g/l; $d = 0{,}9$; 1,1 ori;

d) 57 500 ml.

e) 392 kg H_2SO_4 25%;

f) Ca = 54%; O = 43,3%; H = 2,7%.

Problema nr. 39

Prin sinteză directă se fabrică 448 m³ amoniac, măsurat în condiţii normale. Amoniacul rezultat se oxidează la acid azotic, care în reacţie cu benzenul conduce la o substanţă *A*. Substanţa *A* se reduce cu Fe şi HCl, obţinîndu-se o substanţă *B*. Admiţînd că reacţiile decurg cantitativ, se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

Scanned with OKEN Scanner

b) volumele de azot şi de hidrogen, măsurate în condiţii normale, care se consumă la sinteza amoniacului;

c) cantităţile de substanţe *A* şi *B* ce se obţin (în kilomoli şi kilograme);

d) cantitatea de soluţie de 0,93% obţinută prin dizolvarea substanţei *B* în apă;

e) masa soluţiei de HCl 36,5% care reacţionează cu substanţa *B*.

R. *a)* $N_2 + 3H_2 \rightarrow NH_3$; $2NH_3 + 4O_2 \rightarrow 2HNO_3 + 2H_2O$
$HNO_3 + C_6H_6 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$
$C_6H_5NO_2 + 6H \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$
$C_6H_5NH_2 + HCl \rightarrow C_6H_5NH_2 \cdot HCl$;

b) 224 m^3 N_2; 672 m^3 H_2;

c) 2 460 kg $C_6H_5NO_2$ *(A)*; 1 860 kg $C_6H_5NH_2$ *(B)*;

d) 200 000 kg soluţie 0,93%;

e) 2 000 kg soluţie 36,5%.

Problema nr. 40

Un amestec de 8,96 m^3 CO şi CO_2 se trece prin 400 kg soluţie 4% NaOH.

După consumarea CO_2, soluţia rămasă (volumul ei rămînînd constant) are concentraţia de 2% în raport cu NaOH.

Se cer:

a) cantităţile de CO şi CO_2 exprimate în kg, kmoli şi m^3;

b) densitatea şi densitatea faţă de aer a amestecului de CO şi CO_2;

c) compoziţia amestecului de CO şi CO_2 în % volum şi % masa;

d) volumul de aer (cu 20% O_2 în volume) necesar pentru arderea CO din amestec;

R. *a)* CO_2: 2,24 m^3; 0,1 kmoli; 4,4 kg; CO: 6,72 m^3; 0,3 kmoli; 8,4 kg;

b) $\rho_{amestec} = 1{,}4$ g/l; $d_{amestec} = 1{,}1$;

c) $\%CO_2$: 25% (%vol) şi 34,4% (% masă); %CO: 75% (%vol) şi 65,6% (%masă);

d) 16,8 m^3 aer.

Problema nr. 41

Dintr-o cantitate de carbură de aluminiu cu 80% C_3Al_4 se obţine CH_4 cu un randament de 70%.

Să se afle:

a) ce cantitate de carbură de aluminiu este necesară pentru a obţine 1 kg CH_4?

Scanned with OKEN Scanner

b) ce volum va ocupa gazul metan obținut mai sus la temperatura de 27°C și presiunea de 10 atm?

R. *a)* 5,34 kg C_3Al_4; *b)* 0,15 m^3 CH_4.

Problema nr. 42

Din hidrogenul obținut la electroliza unei soluții de clorură de sodiu s-a obținut 2 241 l amoniac. Presupunînd că toate transformările au avut loc cantitativ și că substanțele gazoase sînt măsurate în condiții normale se cere:

a) volumele de azot și hidrogen necesare fabricării amoniacului;

b) cantitatea de sodă caustică (NaOH) obținută la electroliză;

c) cantitatea de clorură de sodiu folosită la electroliză știind că are 5% impurități.

R. *a)* 3 361,5 l H_2; 1 120,5 l N_2;

b) 12 kg NaOH; *c)* 18,47 kg NaCl 95%.

Problema nr. 43

O substanță organică conține:

$$H : C : O : N = 1 : 3 : 4 : 7.$$

Se presupune că substanța se descompune la cald în CO, N_2 și H_2.

Se cere:

a) formula și compoziția (% masă) substanței;

b) volumul amestecului gazos obținut prin descompunerea a 0,25 kmoli de substanță;

c) masa soluției 10% în apă a amoniacului obținut cu N_2 de la punctul *b)*;

d) volumul de HCl ce se poate obține cu H_2 de la punctul *b)*;

e) numărul de cm^3 CH_3OH ($\rho = 0,8$ g/cm^3) ce se poate obține cu CO de la punctul *b)*, randamentul hidrogenării CO fiind de 90%.

R. *a)* $O = C\begin{matrix}\diagup NH_2 \\ \diagdown NH_2\end{matrix}$ H% = 6,6 C% = 20 O% = 26,7 N% = 46,7;

b) 22,4 m^3 amestec gazos;

c) 85 kg NH_3 10%;

d) 22,4 m^3 HCl;

e) 9 000 cm^3 CH_3OH.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 44

1 500 kg pirită ce conţine 80% FeS_2 se supune prăjirii în vederea obţinerii de acid sulfuric.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea (în metri cubi) de bioxid de sulf rezultată, măsurată în condiţii normale;

c) cantitatea de aer (1/5 volume oxigen) necesară transformării catalitice a SO_2 în SO_3;

d) cantitatea (în kilomoli) de acid sulfuric obţinută;

e) concentraţia procentuală a 3 920 kg soluţie apoasă în care se găseşte cantitatea de acid sulfuric de la punctul *d)*.

R. *a)* $4FeS_2 + 11\ O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$; $SO_2 + {}^1/_2O_2 = SO_3$
$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$; *b)* 448 m³; *c)* 1120 m³ aer; *d)* 20 kmoli; *e)* 50%.

Problema nr. 45

0,616 g hidrocarbură ard în 7,84 l aer (20% O_2, vol). cu formare de CO_2 şi H_2O. Se cere:

a) să se determine formula moleculară a hidrocarburii ştiind că masa sa moleculară este 44;

b) să se scrie derivaţii monocloruraţi ce se pot forma prin acţiunea clorului asupra hidrocarburii respective.

R. *a)* C_3H_8; *b)* $CH_3CH_2CH_2Cl$ şi $CH_3CHClCH_3$

Problema nr. 46

Un amestec de aldehidă formică şi aldehidă acetică se hidrogenează obţinîndu-se 390 g amestec de alcooli; aceeaşi cantitate de aldehide se oxidează obţinîndu-se 530 g amestec de acizi. Se cer cantităţile de aldehidă formică şi acetică, cantităţile de acizi şi alcooli.

R. 150 g CH_2O; 220 g $CH_3CH=O$; 230 g HCOOH; 300 g CH_3COOH; 160 g CH_3OH; 230 g C_2H_5OH.

Problema nr. 47

Un amestec de Cu_2S şi ZnO se tratează cu o soluţie 36,5% acid clorhidric. Oxidul de zinc se dizolvă, iar sulfura cuproasă rămasă după filtrare se supune prăjirii.

Prin prăjirea sulfurii cuproase, rezultă oxid cupros şi bioxid de sulf.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) cantitatea de ZnO din amestec, dacă pentru dizolvarea ei se consumă 400 kg HCl 36,5%;

b) cantitatea de Cu_2S din amestec, dacă la prăjirea ei rezultă 89,6 m^3 SO_2;

c) volumul de aer (cu 20% O_2 vol.) care se consumă la prăjirea sulfurii cuproase;

d) compoziţia procentuală a aliajului care s-ar forma din cuprul conţinut în Cu_2S şi zincul conţinut în ZnO;

R. *a)* 162 kg ZnO; *b)* 640 kg Cu_2S; *c)* 672 m^3 aer; *d)*20,25% Zn; 79,75% Cu.

Problema nr. 48

Se supun electrolizei 100 kg soluţie apoasă de sulfat de sodiu, care conţine 0,5 moli Na_2SO_4 la 1 000 g soluţie.

Se cere:

a) să se scrie schema electrolizei şi să se determine cantităţile de gaze separate la electrozi;

b) să se calculeze volumul de NH_3 ce se obţine cu gazul degajat la catod şi concentraţia procentuală a soluţiei ce rezultă prin dizolvarea amoniacului în 500 kg apă;

c) densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului degajat la anod;

d) volumul (în metri cubi) de metan care reacţionează cu gazul degajat la anod şi cantităţile de produse rezultate, ştiind că transformarea metanului este condusă pînă la negru de fum, iar randamentul reacţiei este de 90%;

e) să se exprime concentraţia procentuală a sulfatului de sodiu.

R. *a)* K $\begin{cases} 2H^+ + 2\bar{e} = 2H \\ 2H \rightarrow H_2 \end{cases}$ A $\begin{cases} 2OH^- - 2\bar{e} = H_2O + O \\ O \rightarrow 1/2\ O_2 \end{cases}$

0,8 kg O_2; 0,1 kg H_2;

b) 0,746 m^3 NH_3; 0,11%;

c) 1,42 g/l; 1,1; *d)* 0,504 m^3 CH_4; 0,27 kg C; *e)* 7,1%.

Problema nr. 49

3,6 g acid oxalic anhidru se descompune prin încălzirea cu acid sulfuric şi conduce la două substanţe gazoase. Amestecul celor două gaze este trecut printr-o soluţie 1% hidroxid de bariu. Unul din gaze este reţinut de soluţie, iar celălalt are însuşirea de a arde.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de soluţie 1% hidroxid de bariu care reţine complet unul din gaze;

c) cantitatea precipitatului format în soluţie;

d) volumul şi densitatea (în raport cu aerul) a gazului neabsorbit;

e) volumul de aer (20% oxigen, în volume) care se consumă la arderea gazului neabsorbit.

R. *a)*

$$\begin{matrix}COOH\\|\\COOH\end{matrix} \xrightarrow{H_2SO_4} CO_2 + CO + H_2O$$

$$Ba(OH)_2 + CO_2 = BaCO_3\downarrow + H_2O$$

$$CO + {}^1/_2\, O_2 \rightarrow CO;$$

b) 684 g soluţie 1% $Ba(OH)_2$; *c)* 7,88 g $BaCO_3$;

d) 0,896 l CO; 0,965; *e)* 2,24 l aer.

Problema nr. 50

Un aliaj conţine Zn şi Cu. Se tratează 100 kg aliaj cu 438 kg dintr-o soluţie 10% HCl. În timpul reacţiei se degajă 11,2 m^3 gaze în condiţii normale.

Să se calculeze:

a) cantitatea de gaz în kg;

b) cantitatea de $ZnCl_2$ rezultată în kg;

c) procentele de Zn şi Cu din aliaj;

d) volumul soluţiei 1 molară de NaOH care neutralizează cantitatea de HCl rămasă în soluţie după consumarea zincului;

e) molaritatea soluţiei 10% HCl ($\rho = 1{,}047$ g/cm^3).

R. *a)* 1 kg H_2; *b)* 68,15 kg $ZnCl_2$; *c)* 32,65% Zn şi 67,35% Cu;
d) 200 l sol 1 *m* NaOH; *e)* 2,87 moli/l.

Problema nr. 51

Prin descompunerea termică a 20 g acetat de calciu se obţin doi produşi: unul lichid şi unul solid.

a) produsul lichid reacţionează cu bromul sub influenţa unor catalizatori şi formează un derivat monosubstituit a cărui masă se cere;

Scanned with OKEN Scanner

b) produsul solid în prezența HCl produce efervescență și se obține un gaz al cărui volum se cere la 750 mm Hg și 20°C.

R. *a)* 12,65 g $CaCO_3$; 7,35 g CH_3COCH_3; 17,36 g CH_3COCH_2Br
b) 3,082 l CO_2 la 20°C și 750 mm Hg.

Problema nr. 52

Se reduc 246 kg $C_6H_5NO_2$ cu zinc și acid acetic. Zincul s-a obținut pornind de la 970 kg blendă;

Se cere:

a) volumul de hidrogen consumat la reducerea nitrobenzenului;

b) consumul de zinc și de acid acetic;

c) dacă la prăjirea blendei se formează 134,4 m³ bioxid de sulf, să se calculeze conținutul procentual de zinc, de sulf și de impurități din minereu;

d) cantitatea de soluție 36,5% HCl, care se unește cu anilina rezultată din nitrobenzen.

R. *a)* 134,4 m³ H_2; *b)* 390 kg Zn și 720 kg CH_3COOH; *c)* 40,2% Zn, 19,8% S și 40% impurități; *d)* 200 kg HCl 36,5%.

Problema nr. 53

Se consideră 20 kg minereu care are un conținut de 30% sulfură de zinc. Minereul se prăjește și rezultă un oxid metalic și unul nemetalic. Oxidul metalic este tratat cu acid clorhidric, iar oxidul nemetalic este absorbit într-o soluție de NaOH în vederea obținerii $NaHSO_3$.

Se cere:

a) cantitatea de aer necesară prăjirii sulfurii de zinc;

b) cantitatea de sare obținută prin tratarea oxidului metalic cu acid clorhidric;

c) cantitatea de acid clorhidric 15% care reacționează cu oxidul metalic;

d) cantitatea de NaOH (în kilograme și moli) care absoarbe complet gazul rezultat din prăjirea minereului;

e) densitatea și densitatea față de aer a SO_2.

R. *a)* 10,36 m³ aer; *b)* 8,4 kg $ZnCl_2$; *c)* 30 kg HCl 15%;
d) 2,48 kg = 61 moli NaOH; *e)* 2,86 g/l; 2,2.

Problema nr. 54

Prin procedeul industrial, se fabrică 9 tone acid oxalic, pornind de la formiatul de sodiu. Randamentul procesului este de 100% în fiecare etapă.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) volumul de oxid de carbon şi cantitatea de soluţie 25% de hidroxid necesară la obţinerea formiatului de sodiu, în prima etapă a fabricaţiei;

c) cantitatea de piatră-de-var de 80% puritate necesară pentru obţinerea hidroxidului de calciu şi cantitatea (kmoli) de apă consumată în etapa a doua a fabricaţiei;

d) concentraţia soluţiei de acid sulfuric consumat în a treia etapă a fabricaţiei, dacă soluţia conţine 10 200 kg apă;

e) compoziţia procentuală a celor doi compuşi rezultaţi în ultima etapă a fabricaţiei.

R. *a)* $2HCOONa \xrightarrow{400^{\circ}C} \begin{matrix} COONa \\ | \\ COONa \end{matrix} + H_2$

$$\begin{matrix} COONa \\ | \\ COONa \end{matrix} + Ca(OH)_2 \rightarrow \begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix}\!\!>\!Ca + 2NaOH$$

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix}\!\!>\!Ca + H_2SO_4 \rightarrow \begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + CaSO_4$$

$$CO + NaOH \rightarrow HCOONa$$

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2;\ CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2;$$

b) 4 480 m^3 CO; 32 000 kg sol 25% NaOH;

c) 12 500 kg $CaCO_3$ 80%; 1 00 kmoli H_2O;

d) 49%;

e) C = 26,7%; H_2 = 2,2%; O_2 = 71,1%;

Ca = 29,4%; S = 23,55%; O_2 = 47,1%.

Problema nr. 55

La 10 kg de soluţie 4,9% H_2SO_4 se adaugă praf de aluminiu în exces. Hidrogenul rezultat se utilizează pentru reducerea nitrobenzenului.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de aluminiu (în atomi-gram) care intră în reacţie;

c) volumul de hidrogen care rezultă, măsurat în condiţii normale;

Scanned with OKEN Scanner

d) cantitatea de nitrobenzen (în grame şi moli) care se reduce;
e) cantitatea soluţiei 1% ce se obţine prin dizolvarea în apă a substanţei rezultate prin reducerea nitrobenzenului de la punctul *d)*.

R. *a)* $3H_2SO_4 + 2Al = Al_2(SO_4)_3 + 6H$
$C_6H_5NO_2 + 6H = C_6H_5NH_2 + 2H_2O$;
b) 3,3 atomi-gram Al; *c)* 112 l H_2;
d) 1,67 moli = 205 g $C_6H_5NO_2$; *e)* 15,5 kg $C_6H_5NH_2$ soluţie 1%.

Problema nr. 56

Pentru a stabili structura a două olefine *A* şi *B* în amestec gazos s-a procedat astfel: la 672 cm³ amestec gazos (la 0° şi 760 mm Hg) s-a adiţionat brom. Cei doi produşi bromuraţi au fost separaţi şi cîntăresc 2,02 g şi 4,32 g.

Primul produs bromurat a fost tratat cu zinc şi s-au obţinut 224 cm³ gaz în condiţii normale.

Se cer:

a) formulele celor două olefine;
b) să se scrie reacţiile chimice care au avut loc.

R. *a)* C_3H_6 *(A)*; C_4H_8 *(B)*

b) $CH_2 = CHCH_3 + Br_2 \rightarrow CH_2(Br)-CH(Br)-CH_3$

$CH_3CH = CHCH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3-CH(Br)-CH(Br)-CH_3$

Problema nr. 57

Un aliaj conţine numai Zn şi Cu. Se tratează 2 g din aliaj cu 10 g dintr-o soluţie 10% HCl care dizolvă numai zincul. În acest timp se degajă 173 ml de gaz (condiţii normale).

Să se calculeze:

a) numărul molilor de HCl din soluţia iniţială;
b) cantitatea de $ZnCl_2$ rezultată;
c) procentele de Zn şi Cu din aliaj;
d) volumul soluţiei 0,1 molară de NaOH care neutralizează cantitatea de HCl rămasă în soluţie după consumarea zincului.

R. *a)* 1/36,5 moli HCl; *b)* 1,05 g $ZnCl_2$; *c)* 25% Zn; 75% Cu; *d)* 0,12 l NaOH 0,1 *m*.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 58

O hidrocarbură gazoasă conţine: 75% C şi 25% H_2. O cantitate de 4 kmoli hidrocarbură se descompune termic şi produce negru de fum şi hidrogen.

Se cere:

a) să se stabilească formula hidrocaburii;

b) densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrocarburii;

c) cantitatea de negru de fum şi volumul de hidrogen obţinut prin descompunerea hidrocarburii;

d) cantitatea de fier metalic ce se obţine prin reducerea Fe_2O_3 cu negrul de fum de la punctul *c)*;

e) cantitatea de amoniac ce se poate fabrica cu hidrogenul obţinut la punctul *c)*, dacă randamentul reacţiei este de 90%;

f) masa soluţiei 20% ce se poate obţine cu amoniacul de la punctul *e)*;

g) volumul de aer necesar arderii cantităţii date de hidrocarbură, ştiind că aerul conţine 1/5 volume oxigen.

R. *a)* CH_4; *b)* $\rho = 0{,}71$ g/l; $d_{aer} = 0{,}55$; *c)* 48 kg negru de fum; 179,2 m^3 H_2; *d)* 149,5 kg Fe; *e)* 81,54 kg NH_3; *f)* 407,7 kg soluţie 20%; *g)* 896 m^3 aer.

Problema nr. 59

Se supun electrolizei totale 1 500 g soluţie 20% clorură de sodiu. Cu produsul degajat la catod se obţine amoniac, iar cu produsul de la anod se obţine acid clorhidric.

Produsul din baie se neutralizează cu o soluţie 20% acid sulfuric.

Se cere:

a) să se scrie schema electrolizei;

b) densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului degajat la catod;

c) volumul de amoniac obţinut cu produsul de la catod (în metri cubi);

d) masa şi numărul de kilomoli de acid clorhidric ce se obţine cu produsul de la anod;

e) compoziţia produsului din baie, în procente masă şi printr-un raport;

f) masa soluţiei 20% H_2SO_4 necesară neutralizării produsului din baie.

R. *a)* Catod: $H^+ \overset{+1e}{\longrightarrow} H$ $(2H \rightarrow H_2\uparrow)$ Anod: $2Cl^- - 2e = 2Cl$; $Cl + Cl = Cl_2$

În soluţie: $Na^+ + OH^- = NaOH$;

b) 0,09 g/l; 0,069; *c)* 0,0383 m^3; *d)* 0,187 kg, 0,005 kmoli; *e)* 57,5% Na; 40% O_2; 2,5% H_2; Na : O : H = 23 : 16 : 1; *f)* 1255 g H_2SO_4 20%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 60

Un aliaj Al—Mg tratat cu H_2SO_4 produce 17,5 kmoli hidrogen, iar la oxidare, formează 12,5 kmoli amestec Al_2O_3 și MgO.

Se cere:

a) cantitățile de Al și Mg din aliaj;

b) procentele de Al, Mg și impurități din aliaj, dacă masa acestuia este 400 kg;

c) volumul soluției 5n H_2SO_4 care dizolvă cele două metale din aliaj;

d) volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) consumat la oxidarea aliajului;

e) raportul dintre cantitățile de oxizi formați la oxidarea aliajului;

R. *a)* 135 kg Al, 240 kg Mg; *b)* 33,7% Al; 60% Mg; 8,2% impurități; *c)* 7 000 l H_2SO_4 5*n*; *d)* 980 m^3 aer; *e)* 1,56.

Problema nr. 61

Se obțin 1,15 l alcool etilic ($\rho = 0{,}8$ g/cm³) folosind ca materie primă etilena. Admițînd că jumătate din alcoolul etilic e oxidat la acid acetic de oxigenul rezultat prin acțiunea H_2SO_4 30% asupra permanganatului de potasiu, iar cealaltă jumătate la aldehidă acetică cu oxigenul rezultat prin acțiunea bicromatului de potasiu asupra H_2SO_4 2 *m*; să se calculeze în ipoteza că reacțiile au loc cantitativ:

a) cantitatea de etilenă utilizată;

b) cantitatea de H_2SO_4 folosită la oxidarea fiecăreia din cele două cantități de alcool;

c) cantitatea de produse rezultate prin oxidare.

d) conținutul procentual în carbon al alcoolului.

R.

$$H_2C = CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$$

$$3H_2SO_4 + 2KMnO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5O$$

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{KMnO_4} CH_3COOH + H_2O$$

$$C_2H_5OH + 1/2\ O_2 \xrightarrow{K_2Cr_2O_7} CH_3C\begin{matrix}=O\\ \diagdown H\end{matrix} + H_2O$$

$$4H_2SO_4 + K_2Cr_2O_7 = Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 4H_2O + 3O$$

a) 0,56 kg etilenă; *b)* 3,92 kg H_2SO_4 30%; și 6,66 l H_2SO_4 2 m;

c) 0,60 kg acid acetic; 0,44 kg aldehidă acetică;

d) 52,17% C; 13,03% H; 34,8% O.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 62

Se dau 5 moli clorat de potasiu, care se descompun termic. Oxigenul rezultat este folosit la oxidarea unei cantităţi de metan, în vederea obţinerii CH_2O (soluţie 30%). Sarea obţinută prin descompunerea termică a $KClO_3$ este tratată cu o soluţie 49% H_2SO_4 şi din reacţie rezultă un gaz *A*.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de soluţie 30% CH_2O obţinută;

c) cantitatea de gaz *A* ce rezultă şi densitatea lui faţă de aer;

d) masa soluţiei de H_2SO_4 folosită;

e) compoziţia procentuală a cloratului de potasiu.

R. *a)* $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$

$$CH_4 + O_2 \rightarrow HC\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow H\end{matrix} + H_2O$$

$$2KCl + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2HCl;$$

b) 750 g soluţie CH_2O 30%;

c) 182,5 g HCl (112 l HCl); $d_{aer} = \frac{36,5}{29} = 1,26$;

d) 500 g H_2SO_4 49%;

e) 31,8% K; 28,9% Cl_2; 39,3% O_2.

Problema nr. 63

Din 2 000 l metan se prepară H_2 în vederea obţinerii amoniacului necesar la prepararea acidului cianhidric. Întreaga cantitate de acid cianhidric se întrebuinţează la obţinerea cianurii de sodiu (întreaga cantitate de amoniac fiind folosită în reacţie.)

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile chimice ale reacţiilor care au loc;

b) să se afle cantitatea totală de metan folosită pentru obţinerea acidului cianhidric;

c) să se afle cantitatea de aer folosită la prepararea amoniacului (aerul $\sim {}^4/_5\ N_2$);

d) cantitatea de cianură de sodiu obţinută;

Scanned with OKEN Scanner

e) să se afle volumul şi cantitatea de CO_2 obţinută din combinarea carbonului cu oxigenul rămas la prepararea amoniacului (aerul ~ ~$^1/_5$ O_2).

R. *a)* $3CH_4 \rightarrow 3C + 6H_2$
$3H_2 + N_2 = 2NH_3$
$CH_4 + NH_3 = HCN + 3H_2$
$2H_2 + O_2 = 2H_2O$
$HCN + NaOH \rightarrow NaCN + H_2O$
$C + O_2 = CO_2$;

b) 4 666,6 l CH_4; *c)* 1 666,6 l aer; *d)* 5,833 kg NaCN; *e)* 333,3 l CO_2 şi 655 g CO_2

Problema nr. 64

Se dă un amestec gazos format din CO, CO_2 şi SO_2. Volumul amestecului în condiţii normale este de 403,2 m³. Dacă amestecul gazos se trece printr-o soluţie de NaOH 20% rezultă Na_2CO_3 şi $NaHSO_4$. Ştiind că pentru absorbţia completă a SO_2 şi CO_2 sînt necesare 4 400 kg soluţie NaOH 20% şi că la 2 moli CO_2 din amestec corespund 1,5 moli SO_2, se cere:

a) numărul de kmoli, kg şi m³ de CO_2, CO şi SO_2 din amestec;
b) procentul de S şi C din amestec;
c) volumul de aer necesar pentru arderea amestecului;
d) densitatea şi densitatea faţă de aer a amestecului gazos.

R. *a)* 4 kmoli CO = 112 kg CO = 89,6 m³ CO
8 kmoli CO_2 = 352 kg CO_2 = 179,3 m³ CO_2
6 kmoli SO_2 = 384 kg SO_2 = 134,4 m³ SO_2;
b) 17% C; 22,4% S; *c)* 224 m³ aer; *d)* 2,1 g/l; 1,6.

Problema nr. 65

Prin tratarea acidului pirolignos cu lapte de var se obţin 400 kg acetat de calciu. Acidul acetic, obţinut prin reacţia acetatului de calciu cu acidul sulfuric, reacţionează cu alcoolul etilic, obţinîndu-se acetatul de etil.

Se cere:

a) scrierea ecuaţiilor;
b) necesarul de calciu pentru obţinerea cantităţii date de acetat de calciu prin această metodă?

R. *a)* $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$
$2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + 2H_2O$
$(CH_3COO)_2Ca + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3COOH + CaSO_4$
$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$;

b) 101,266 kg Ca.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 66

În anumite condiţii, un amestec de CH_4, vapori de apă şi CO_2 reacţionează şi produc un amestec de CO şi H_2.

CO, după separarea lui de H_2, se foloseşte la sinteza CH_3OH, iar H_2 la sinteza NH_3.

Ştiind că intră în reacţie 112 m^3 CH_4.

Se cere:

a) scrierea ecuaţiilor reacţiilor;

b) cantitatea de piatră-de-var de 80% puritate necesară pentru obţinerea CO_2 din prima reacţie;

c) cantitatea de CH_3OH (în l; $\rho = 0{,}8$ g/cm^3) rezultat din a doua reacţie, randamentul reacţiei fiind de 90%;

d) volumul de amoniac rezultat din a treia reacţie şi concentraţia procentuală a soluţiei rezultate prin dizolvarea NH_3 în 861 l apă.

e) densitatea şi densitatea faţă de aer a CO şi a H_2; de cîte ori CO este mai greu decît H_2;

f) compoziţia procentuală a CH_3OH.

R. *a)* $2CH_4 + H_2O + CO_2 \rightarrow 3CO + 5H_2$
$3CO + 6H_2 \rightarrow 2CH_3OH$
$3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$
$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$;

b) 312,5 kg $CaCO_3$ 80%; *c)* 270 l CH_3OH;

d) 186,6 m^3 NH_3; 14,1%; *e)* $\rho_{CO} = 1{,}25$ g/l; $d_{aer} = 0{,}9$; 14 ori, $\rho_{H_2} = 0{,}09$ g/l; $d_{aer} = 0{,}069$; *f)* C% = 37,5; H_2% = 12,5; O_2% = 50.

Problema nr. 67

Se dau 5 tone minerale care conţine: 60% pirită (FeS_2); 30% calcopirită ($CuFeS_2$) şi 10% impurităţi.

Se cere:

a) cantitatea de sulf conţinută în mineralul dat;

b) volumul SO_2 care se obţine prin arderea completă a sulfului de la punctul *a)*;

c) cantitatea de soluţie 49% H_2SO_4 ce se poate fabrica din SO_2 rezultat la punctul *b)*, dacă randamentul transformării SO_2 în SO_3 este de 90%;

d) cantitatea de soluţie 40% NaOH care neutralizează H_2SO_4 obţinut la punctul *c)*;

e) conţinutul procentual de fier şi sulf în mineralul dat.

R. *a)* 2 121,8 kg S; *b)* 1 460 m^3 SO_2; *c)* 11 935 kg H_2SO_4 49%; *d)* 11 934 kg NaOH 40%; *e)* 42,4% S; 37,2% Fe.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 68

Se dă un aliaj de Cu-Mn-Ni (manganin). Manganul se obţine alumino-termic din Mn_3O_4, care se obţine din piroluzită de 30% puritate. Analiza acestui aliaj s-a exprimat sub forma următoare: 25 g $Cu(NO_3)_2$, 3,2 g $MnSO_4$ şi 0,88 g $NiCl_2$.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor de obţinere a manganului;
b) compoziţia procentuală a aliajului;
c) cantitatea de piroluzită necesară pentru a obţine 10 kg aliaj;
d) cantitatea de apă (în moli) ce se obţine cu oxigenul rezultat la trecerea piroluzitei în Mn_3O_4;
e) cantitatea de soluţie 49% de acid sulfuric care dizolvă Al_2O_3 rezultat la reducerea Mn_3O_4 cu aluminiu metalic;
f) densitatea şi densitatea faţă de aer a oxigenului; de cîte ori oxigenul este mai greu decît aerul?

R. *a)* $3\,MnO_2 \rightarrow Mn_3O_4 + O_2\uparrow$
$Mn_3O_4 + 8/3\,Al \rightarrow 4/3\,Al_2O_3 + 3\,Mn$;

b) 8,4 g Cu — 1,2 g Mn — 0,4 g Ni
Cu ≃ 84% — Mn ≃ 12% — Ni ≃ 4%;

c) 10 kg aliaj conţine: 1,2 kg Mn; 163 l O_2; 2 000 g Al_2O_3; 1 900 g MnO_2 pur

$$1\,900 \cdot \frac{100}{30} = 6\,333 \text{ g piroluzită de } 30\%;$$

d) 163 l O_2 ≃ 233 g O_2
14,5 moli H_2O;

e) $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$
2,85 kg H_2SO_4
5,82 kg soluţie 49%;

f) $\rho_{O_2} = 1{,}4$ g/l; $d_{aer} = 1{,}1$ ori.

Problema nr. 69

Se prepară 10 kg aliaj de Sb—Pb, care să conţină 13% Sb. Stibiul se obţine prin prăjirea sulfurii de stibiu şi reducerea oxidului obţinut cu cărbune. Plumbul se obţine prin prăjirea sulfurii de plumb şi reducerea oxidului obţinut cu cărbune:

Se cere:

a) cantitatea de sulfură de stibiu de 25% puritate necesară pentru obţinerea stibiului;

Scanned with OKEN Scanner

b) cantitatea de sulfură de plumb de 30% puritate necesară pentru obținerea plumbului;

c) cantitatea totală de cărbune, cu 5% steril, necesară în ambele reacții;

d) masa soluției 0,5% $Ca(OH)_2$ care absoarbe complet bioxidul de sulf rezultat în ambele reacții (din reacție rezultă o sare neutră și apă);

e) la reducerea oxizilor de stibiu și de plumb cu cărbune rezultă un gaz combustibil. Se cere densitatea și densitatea față de aer a acestui gaz. De cîte ori acest gaz este mai ușor decît bioxidul de sulf.

R. *a)* 10 kg aliaj conțin: 1,3 kg Sb și 8,7 kg Pb

$Sb_2S_3 + 5O_2 \rightarrow Sb_2O_4 + 3SO_2$

$Sb_2O_4 + 4C \rightarrow 2Sb + 4CO$

$\simeq$ 250 g C pur; $\simeq$ 358 l SO_2; 1,81 kg Sb_2S_3 pur $1{,}81 \cdot 100/25 = 7{,}24$ kg Sb_2S_3 de 25%;

b) $PbS + 3/2\ O_2 \rightarrow PbO + SO_2$

$PbO + C \rightarrow Pb + CO$

din *b*: $\simeq$ 505 g C pur

$\simeq$ 940 l SO_2

$\simeq$ 10 000 g PbS pur = 33,3 kg PbS 30%;

c) total C pur = 0,75 kg;

$$755 \cdot \frac{100}{95} = 771 \text{ g cărbune cu 5\% steril;}$$

d) total SO_2 = 1 298 l sau 1,298 m^3 SO_2

$Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$

4,28 kg $Ca(OH)_2$

856 kg soluție 0,5% $Ca(OH)_2$;

e) ρ_{CO} = 1,25 g/l; d_{aer} = 0,9; 2,3 ori.

Problema nr. 70

Din pirită de puritate 30% se fabrică 5 t acid sulfuric de 60%. Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor;

b) cantitatea de pirită necesară în fabricație, dacă randamentul de transformare al SO_2 în SO_3 este de 90%;

c) volumul de aer (în metri cubi) necesar prăjirii piritei, știind că aerul conține 21% O_2;

d) cantitatea de soluție 1 molară NaOH care neutralizează acidul fabricat;

e) densitatea și densitatea față de aer a bioxidului de sulf;

Scanned with OKEN Scanner

f) să se exprime compoziţia acidului sulfuric în % masă şi printr-un raport.

R. *a)* $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8\ SO_2$
$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$
$SO_3 + 2H_2O = 2H_2SO_4$;
b) 6 802,7 kg FeS_2; *c)* 4 988,6 m^3 aer; *d)* 61,2 m^3 NaOH 1 *m*; *e)* 2,85 g/l 2,21; *f)* 2,04% H_2; 32,65% S; 65,31% O_2; H : S : O = 1 : 16 : 32.

Problema nr. 71

Se trec repede 15 l metan (la 0° şi 1 atm) printr-un tub de oţel încălzit sub 850 °C, cînd numai o parte din metan se descompune în elemente. Gazele rezultate ocupă în condiţii normale 25 l.

Hidrogenul separat din aceste gaze se amestecă cu 6 l azot şi se aduc în condiţii de sinteză.

Cîte procente în volum are acest din urmă amestec?

R. 14,29% H_2 şi 85,75% NH_3

Problema nr. 72

Se arde un amestec de 20 cm^3 hidrocarbură gazoasă şi 50 cm^3 oxigen. După condensarea vaporilor de apă rezultă 30 cm^3 amestec de gaze, care prin tratare cu o soluţie de hidroxid de potasiu, se reduc la 10 cm^3; măsurătorile făcîndu-se în condiţii normale, să se afle:

a) formula moleculară a hidrocarburii;

b) volumul de aer (cu 20% O_2 în volume) necesar pentru arderea unui gram de hidrocarbură;

c) puterea calorică a hidrocarburii, exprimată în kcal/l cunoscînd puterea calorică 13,9 kcal/g.

R. *a)* CH_4; *b)* 14 l aer; *c)* 9,93 kcal/l.

Problema nr. 73

Piatra vînătă, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, se obţine industrial conform ecuaţiei:

$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \xrightarrow{10H_2O} 2CuSO_4 \cdot 5H_2O + 2H_2O$$

Se porneşte de la 400 kg cupru brut cu 20% impurităţi, randamentul reacţiei fiind de 90%.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) molaritatea și normalitatea soluției de acid, știind că se consumă 980 kg soluție 50% ($\rho = 1{,}34$ g/cm³);

b) volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) necesar în fabricație;

c) cantitatea (în kg și kmoli) de piatră vînătă obținută;

d) compoziția pietrei vinete (Cu, S, O și H_2O);

e) cantitatea de soluție (în tone) ce se obține cu sarea rezultată la pt · *c*, știind că soluția are o concentrație de 41% în raport cu sarea anhidră;

R. *a)* 6,9 *m*; 13,8 *n*; *b)* 280 m³ aer; *c)* 1 125 kg $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; 4,5 kmoli; *d)* 25,6% Cu, 12,8% S, 25,6% O_2, 36% H_2O; *e)* 1,750 t sol. 41%.

Problema nr. 74

0,66 g acid dicarboxilic saturat se neutralizează cu 31 cm³ NaOH. 6,2 cm³ din același hidroxid neutralizează 8 cm³ H_2SO_4 *n*/4.

Să se determine:

a) masa moleculară și formula structurală a acidului;

b) molaritatea soluției de NaOH care neutralizează acidul;

c) ce substanțe și în ce cantitate se obțin dintr-un mol din acidul dicarboxilic prin încălzire.

R. *a)* 132; $CH_2(CH_2COOH)_2$; *b)* 0,32 *m*;

c) un mol anhidridă glutarică și un mol apă.

Problema nr. 75

Se dă 1 550 kg minereu care conține FeO, Fe_2O_3 și $FeSO_4$ cu 20% steril. Cantitatea de sulf din minereu, aflat sub formă de $FeSO_4$ este de 96 kg. La fiecare mol de FeO, se găsesc doi moli Fe_2O_3.

Se cere:

a) cantitatea de $FeSO_4$ din minereu;

b) cantitățile de FeO, Fe_2O_3 și de steril;

c) care este conținutul procentual de Fe din minereu;

d) cantitatea de cocs (cu 90% C) necesară pentru transformarea minereului în fontă cu 5% C, știind că la temperatura furnalului, $FeSO_4$ trece în FeO.

R. *a)* 456 kg $FeSO_4$; *b)* 144 kg FeO; 640 kg Fe_2O_3; 310 kg impurități; *c)* 47% Fe; *d)* 269,23 kg cocs.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 76

Se amestecă 1 500 g soluție NaCl cu aceeași cantitate de soluție H_2SO_4 și rezultă HCl și 426 g Na_2SO_4. Știind că cele două soluții au aceeași concentrație procentuală să se determine:

a) concentrația procentuală, molară și normală a soluției de H_2SO_4 ($\rho = 1{,}165$ g/cm³);

b) care din cele două substanțe este în exces și cu cît;

c) ce volum de clor se prepară prin oxidarea cu $KMnO_4$ a acidului clorhidric rezultat;

R. *a)* 23,4%; $m = 2{,}78$; $n = 5{,}57$; *b)* exces 57 g H_2SO_4 *c)* 42 l Cl_2.

Problema nr. 77

Alcoolul etilic se tratează succesiv întîi cu acid bromhidric și apoi cu sodiu metalic.

Să se determine:

a) cîți litri de aer (cu 20% O_2, vol.) sînt necesari pentru a arde un litru din substanța finală obținută;

b) ce volum ocupă (în condiții normale) gazele de ardere rezultate la pt. *a*, după condensarea apei;

c) ce cantitate de var tehnic de 85% trebuie luat pentru transformarea unui kg alcool etilic 96% în alcool absolut, cunoscînd că e nevoie de un exces de 10% față de cantitatea teoretică.

R. *a)* 32,5 l aer; *b)* 4 l CO_2; *c)* 0,161 kg CaO 85%.

Problema nr. 78

30 dm³ soluție carbonat de sodiu conțin 14,52 kg $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ ($\rho = 1{,}16$ g/cm³).

Se cere:

a) numărul de moli de sare dizolvată;

b) concentrația procentuală (raportată la sare anhidră) a soluției;

c) cantitatea de soluție 10% sulfat de calciu care poate fi precipitată de carbonatul de sodiu dat.

R. *a)* 50,77 moli; *b)* 15,45% Na_2CO_3; *c)* 69 kg $CaSO_4$ 10%.

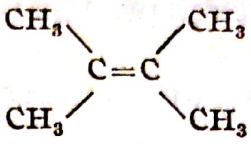
Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 79

O hidrocarbură aciclică care conţine 14,28% hidrogen formează cu bromul un produs de adiţie dibromurat cu un conţinut de 4,92% hidrogen.

Să se determine formula moleculară şi structurală a hidrocarburii, ştiind că prin oxidarea cu ozon a hidrocarburii şi hidroliza ozonidei rezultă doi moli din aceeaşi cetonă.

R. $C_6H_{12}Br_2$;



Problema nr. 80

Se oxidează, în anumite condiţii, 160 kg metan şi se trece în aldehidă formică. Aldehida formică prin hidrogenare produce o substanţă *A* şi prin oxidare, o substanţă *B*.

Substanţa *B*, în anumite condiţii, trece în acid oxalic.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de aldehidă formică obţinută şi greutatea soluţiei 30% ce se poate prepara cu ea;

c) cantităţile de substanţe *A* şi *B* ce se obţin şi volumele de H_2 respectiv O_2 necesare;

d) cantitatea de soluţie 10% hidroxid de sodiu necesară neutralizării acidului oxalic rezultat din reacţie.

R. *a)* $CH_4 + O_2 \xrightarrow[\text{cataliz.}]{500^\circ} HCHO + H_2O$

$$HCHO + H_2 \xrightarrow{\text{cataliz.}} CH_3OH \qquad (A)$$

$$HCHO + {}^1/_2\, O_2 \rightarrow HCOOH \qquad (B)$$

$$HCOOH + NaOH \rightarrow HCOONa + H_2O$$

$$2\ HCOONa \xrightarrow{400^\circ} \begin{matrix} COONa \\ | \\ COONa \end{matrix} + H_2$$

$$\begin{matrix} COONa \\ | \\ COONa \end{matrix} + Ca(OH)_2 \rightarrow \begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix}\!\!>\!Ca + 2\ NaOH$$

$$\begin{matrix} COO \\ | \\ COO \end{matrix}\!\!>\!Ca + H_2SO_4 \rightarrow \begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + CaSO_4;$$

Scanned with OKEN Scanner

b) 300 kg HCHO; 1 000 kg soluție 30%;

c) 320 kg CH_3OH; 460 kg HCOOH; 224 m^3 H_2; 112 m^3 O_2;

d) 4 000 kg NaOH 10%.

Problema nr. 81

Se prepară acid acetic pe trei căi diferite, utilizînd ca materii prime:

1) 33,6 m^3 acetilenă;

2) 14 kg etenă;

3) 1 000 moli glucoză.

Gazul rezultat în metoda (3) se absoarbe în 10 t soluție $Ca(OH)_2$.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor;

b) cantitatea de acid acetic obținută în fiecare din cele trei metode (în kilograme și kilomoli);

c) volumul gazului degajat în reacția (3), măsurat în condiții normale;

d) concentrația procentuală a soluției de $Ca(OH)_2$ care absoarbe complet gazul rezultat în reacția (3);

e) cantitatea de apă care se adaugă acidului acetic obținut prin reacția (2) pentru a se obține o soluție ($\rho = 1$ g/cm^3) ce conține 15 moli la litrul de soluție.

f) cantitatea de produs ce se obține la tratarea acidului acetic obținut la pt. 1) cu un exces de clor în prezență de catalizatori.

R. *a)* $C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO \xrightarrow{1/2\,O_2} CH_3COOH$;

$$\overline{H_2C = CH_2} + HOH \rightarrow CH_3CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{+O_2} CH_3COOH;$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{fermentare}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O;$$

b) *a)* 1,5 kmoli; 90 kg CH_3COOH;

b) 0,5 kmoli; 30 kg CH_3COOH;

c) 2 kmoli; 120 kg CH_3COOH;

c) 44,8 m^3 CO_2; *d)* 1,48%; *e)* 3,3 kg apă.

e) 245,25 kg Cl_3COOH.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 82

Una din căile de valorificare a metanului constă în transformarea lui în acetilenă prin piroliză.

Pornind de la 25 moli de metan, se cere:

a) volumul de acetilenă ce se obţine din metan, dacă randamentul de transformare este de 80%;

b) numărul de litri de C_6H_6 ($\rho = 0{,}9$ g/ml) ce se obţin din acetilena de la punctul *a)*;

c) masa soluţiei 50% acid azotic care transformă C_6H_6 de la punctul *b)* în mononitrobenzen;

d) cantitatea de Fe metalic şi de soluţie 30% HCl necesare pentru a produce H_2 care transformă mononitrobenzenul în anilină;

e) densitatea şi densitatea faţă de aer a acetilenei; de cîte ori acetilena este mai grea decît metanul?

f) compoziţia procentuală a anilinei.

R. *a)* 224 l C_2H_2; *b)* 0,288 l C_6H_6; *c)* 420 g soluţie 50%;
d) 560 g Fe; 730 g HCl pur şi 2 433 g soluţie 30%;
e) 1,16 g/l; 0,9 1,6 ori;
f) C = 77,5%; H = 7,5%; N_2 = 15%.

Problema nr. 83

O soluţie conţine 4,79 g dintr-un amestec de NaCl, KNO_3, $Ba(NO_3)_2$.

Se adaugă 200 ml soluţie H_2SO_4 0,05 *m*. Precipitatul obţinut, după filtrare şi uscare cîntăreşte 2,33 g.

În soluţia rămasă se adaugă 500 ml soluţie $AgNO_3$ 0,06 *m*.

Precipitatul format, filtrat şi uscat, cîntăreşte 2,87 g.

Se cere:

a) cantitatea de NaCl, KNO_3 $Ba(NO)_2$ din soluţia iniţială şi raportul lor molar;

b) procentele de Na, K, Ba din amestecul iniţial;

c) cantităţile de H_2SO_4 şi $AgNO_3$ înainte de reacţie şi numărul de moli din aceste substanţe după reacţie.

R. *a)* 1,17 g NaCl; 1,01 g KNO_3; 2,61 g $Ba(NO_3)_2$.
b) %Na = 9,6%; %K = 8,14%; %Ba = 28,6%. *c)* 0,98 g H_2SO_4; 5,10 g $AgNO_3$ şi 0,01 moli $AgNO_3$.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 84

Etilena adiţionează o moleculă de apă şi trece într-o substanţă lichidă *A*. Prin oxidarea energică a substanţei *A* se obţine un acid *B*, care prin neutralizare cu hidroxid de calciu dă naştere unei substanţe *C*. Prin încălzirea substanţei *C* se obţine un reziduu *D* şi o substanţă lichidă *E*.

Ştiind că se porneşte de la 5 moli de etilenă, se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) densitatea şi densitatea etilenei faţă de aer;

c) să se determine volumul, în litri, de substanţă *A* obţinută ($\rho = 0{,}8$ g/ml);

d) cantitatea de acid *B* rezultat şi masa soluţiei 10% $Ca(OH)_2$ care neutralizează acidul *B*;

e) compoziţia precipitatului *D* în procente greutate şi printr-un raport;

f) cantitatea de substanţă *E* obţinută, dacă randamentul reacţiei ultime este de 80%.

R. *a)* $C_2H_4 + H_2O \rightarrow \overset{(A)}{CH_3CH_2OH}$

$CH_3CH_3OH + O_2 \rightarrow \overset{(B)}{CH_3COOH} + H_2O$

$2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow \overset{(C)}{(CH_3COO)_2Ca} + 2H_2O$

$(CH_3COO)_2Ca \rightarrow \overset{(E)}{CH_3COCH_3} + \overset{(D)}{CaCO_3}$;

b) $\rho_{C_2H_4} = \frac{28}{22{,}4} = 1{,}25$ g/l; $d_{aer} = \frac{28}{29} = 0{,}9$; *c)* 0,288 l C_2H_5OH;

d) 300 g CH_3COOH; 1 850 g soluţie 10% $Ca(OH)_2$;

e) Ca = 40%; C = 12%; O = 48% şi Ca : C : O = 10 : 3 : 12;

f) 116 g CH_3COCH_3.

Problema nr. 85

Prin piroliza unui volum *v* de metan de 95% puritate, se obţin 56 m^3 C_2H_2 şi un gaz *A*.

Acetilena se transformă în acid acetic, iar gazul *A* în amoniac. Se cere:

a) volumul de metan *v* şi volumul de gaz *A*;

b) densitatea faţă de aer a gazelor rezultate prin piroliză;

Scanned with OKEN Scanner

c) cantităţile de soluţie 6% acid acetic şi 17% amoniac ce se pot obţine;

d) concentraţia normală a soluţiei 6% acid acetic ($\rho = 1{,}007$ g/cm³) şi concentraţia molară a soluţiei 17% amoniac ($\rho = 0{,}932$ g/cm³);

e) volumul soluţiei 4 molare de NaOH care neutralizează acidul acetic rezultat;

f) cantitatea de soluţie 49% H_2SO_4, care absoarbe amoniacul.

R. *a)* 112 m³ CH_4, 168 m³ H_2; *b)* 0,9 (pentru C_2H_2), 0,069 (pentru H_2); *c)* 2 500 kg CH_3COOH 6%; 500 kg NH_3 17%; *d)* 1,007 *n*, 9,32 *m*; *e)* 625 l sol. 4 *m* NaOH; *f)* 500 kg 49%.

Problema nr. 86

Prin acţiunea vaporilor de apă asupra fosforului elementar rezultă un acid *A* şi hidrogen. Pentru neutralizarea acidului *A* se foloseşte hidroxid de calciu şi se obţine o sare *B*. Prin tratarea sării *B* cu H_2SO_4 se obţine superfosfatul de calciu utilizat ca îngrăşământ agricol.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) să se afle cantităţile de acid *A* şi de hidrogen rezultate dacă fosforul a intrat în reacţie cu 112 m³ vapori de apă;

c) densitatea şi densitatea faţă de aer a hidrogenului;

d) masa soluţiei 7,4% hidroxid de calciu care neutralizează acidul *A*;

e) cantitatea de sare *B* obţinută şi conţinutul ei în fosfor;

f) numărul de kmoli de H_2SO_4 necesar transformării sării *B* în superfosfat,

g) cantitatea de superfosfat rezultată (dacă randamentul este de 90%) şi conţinutul ei procentual în calciu.

R. *a)* $P_4 + 16\,H_2O = \underset{(A)}{4H_3PO_4} + \underset{(B)}{10H_2}$

$4H_3PO_4 + 6Ca(OH)_2 = 2Ca_3(PO_4)_2 + 12H_2O$

$2Ca_3(PO_4)_2 + 4H_2SO_4 = 2Ca(H_2PO_4)_2 + 4CaSO_4$;

b) 122,5 kg H_3PO_4; 6,25 kg H_2 sau 70 m³ H_2;

c) 0,089 g/l; 0,069; *d)* 1 875 kg sol 7,4% $Ca(OH)_2$;

e) 193,75 kg $Ca_3(PO_4)_2$; 20% P; *f)* 1,25 kmoli H_2SO_4;

g) 316,25 kg superfosfat ($\eta = 100\%$); 284,58 ($\eta = 90\%$); 23,6% Ca.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 87

Carbura de calciu se fabrică din var şi cărbune. Prin tratarea CaC_2 cu apă se obţine un gaz *A*, care prin adiţia unei molecule de apă conduce la o substanţă *B*. Prin hidrogenarea substanţei *B* se obţine o substanţă lichidă *C* ($\rho = 0{,}8$ g/ml), care reacţionează mai departe cu sodiul metalic, dînd naştere unui gaz *D*.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantităţile de $CaCO_3$ de 80% puritate şi de cărbune de 75% puritate, necesare pentru a se obţine 6,4 kg CaC_2 pură;

c) volumul de gaz *A* obţinut şi numărul de litri de substanţă lichidă *C* rezultată prin hidrogenarea substanţei *B*;

d) concentraţia procentuală a soluţiei obţinute prin dizolvarea substanţei *C* în 5,4 l de apă;

e) densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului *D* şi să se arate de cîte ori gazul *D* este mai uşor decît gazul *A*.

R. *a)* $CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO\uparrow$

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$

$CH_3CHO + H_2 \rightarrow CH_3CH_2OH$

$CH_3CH_2OH + Na \rightarrow CH_3CH_2ONa + 1/2H_2\uparrow$;

b) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

12,5 kg $CaCO_3$ 80%

4,8 kg C 75%; *c)* 2,24 m³ C_2H_2

5,75 l $C_2H_5 \cdot OH$; *d)* 46%;

e) 0,09 g/l; 0,069; 13 ori.

Problema nr. 88

Se tratează 12 kg aliaj Al—Mg cu un exces de soluţie 12,25% H_2SO_4 şi rezultă 14,56 m³ gaz.

Se cere:

a) cantitatea de soluţie 12,25% H_2SO_4 care se consumă;

b) densitatea şi densitatea faţă de oxigen a gazului rezultat;

c) volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) care s-ar consuma la arderea gazului rezultat;

d) prin unirea gazului de la pt. *b)* cu azotul ar rezulta un alt gaz. Acest gaz dizolvat în apă, astfel încît soluţia să conţină 15 moli NH_3 la litru, conduce la un volum *v* de soluţie; se cere acest volum;

e) să se calculeze procentele de Al şi Mg din aliaj;

R. *a)* 520 kg H_2SO_4 12,25%; *b)* 0,09 g/l; $d_{O_2} = 0{,}062$; *c)* 36,4 m³ aer; *d)* 28,86 l soluţie NH_3; *e)* Al = 90%; Mg = 10%

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 89

O cantitate de oxid de zinc se dizolvă în 1 200 g soluție HCl și rezultă o soluție 20% $ZnCl_2$. Să se afle:

a) cantitatea de oxid de zinc dizolvată;

b) cantitatea de soluție clorură de zinc obținută;

c) concentrația procentuală, molară și normală a soluției de HCl ($\rho = 1{,}06$ g/cm³).

R. *a)* 162 g ZnO; *b)* 1 360 g $ZnCl_2$ 20%; *c)* 12,16%; 3,53 *m*: 3,53 *n*.

Problema nr. 90

Se fabrică 5,8 t de acetonă prin descompunerea termică a acetatului de calciu. Hidroxidul de calciu necesar în fabricație se obține pornind de la piatră-de-var de puritate 80%. Acidul acetic necesar se obține sintetic pornind de la acetilenă.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor de obținere a acetonei;

b) cantitatea de piatră-de-var necesară în fabricație;

c) volumul de metan necesar obținerii acetilenei folosite la fabricarea acidului acetic, dacă randamentul pirolizei este 90%;

d) masa soluției 20% de acid acetic folosită în fabricație;

e) compoziția procentuală a acetonei.

R. *a)* $CaCO_3 = CaO + CO_2$

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

$2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + 2H_2O$

$(CH_3COO)_2Ca \rightarrow CH_3COCH_3 + CaCO_3$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO \xrightarrow{+\frac{1}{2}O_2} CH_3COOH$;

b) 12 500 kg piatră-de var 80%; *c)* 9 955,5 m³ CH_4; *d)* 60 000 kg sol. 20% acid acetic; *e)* C = 62%; H = 10%; O = 28%.

Problema nr. 91

Se dizolvă în apă 1 120 l HCl gazos, în condiții normale, obținîndu-se 10 l soluție. În soluție se introduc un amestec echimolecular de $FeO + Fe_2O_3$. La consumarea oxizilor de fier concentrația acidului este 2 m (se consideră volumul soluției constant)

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) concentrația molară a soluției inițiale de HCl;

b) cantitățile de săruri rezultate din reacție;

c) cantitățile de săruri obținute dacă am avea la dispoziție Fe_3O_4 și dacă la sfîrșitul reacției concentrația acidului este 1 molar.

R. *a)* 5 molar; *b)* 476,25 g $FeCl_2$; 1 218,75 g; $FeCl_3$; *c)* 635 g $FeCl_2$; 1625 g $FeCl_3$.

Problema nr. 92

400 g soluție H_2SO_4 neutralizează 296 g soluție $Ca(OH)_2$ în care substanța dizolvată reprezintă 1/3 din solvent.

Să se afle:

a) cantitatea de sare ce se obține;

b) molaritatea și normalitatea soluției de hidroxid de calciu (se consideră $\rho_{soluție} = 1$ g/cm³);

c) ce cantitate de apă se găsește în soluție după neutralizare.

R. *a)* 136 g $CaSO_4$; *b)* 3,3 *m* și 6,7 *n*; *c)* 560 g H_2O.

Problema nr. 93

Se arde un amestec format din 20 l oxigen și un anumit volum de etenă. După condensarea apei și tratarea amestecului de gaze cu o soluție de KOH volumul s-a redus la 2 l (toate volumele sînt măsurate la 0° și 760 mm).

Să se determine:

a) volumul de etenă din amestec;

b) cantitatea de alcool necesară preparării etenei din amestec;

c) ce substanță și ce cantitate se formează prin adăugarea treptată (în picături) a alcoolului obținut la pt. *b)* într-un amestec răcit de acid azotic și sulfuric.

R. *a)* 6 l etenă; *b)* 12,32 g alcool etilic; *c)* 24,49 g nitrat de etil.

Problema nr. 94

Se obțin cîte 5,75 m³ C_2H_5OH ($\rho = 0{,}8$ g/cm³) prin 3 căi diferite:

1) prin fermentarea glucozei;

2) pornind de la etilenă;

3) pornind de la acetilenă;

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor de mai sus;

b) cantitatea de glucoză în kg și kmoli necesară în procedeul (1) și volumul de CO_2 rezultat;

c) volumul de etilenă (din procedeul 2) și cantitatea de apă conținută într-un m^3 de soluție 96% C_2H_5OH;

d) volumul de metan ce trebuie supus pirolizei pentru a obține acetilena de la punctul 3) și volumul de hidrogen în acest procedeu;

e) densitatea și densitatea față de aer a CH_4; C_2H_2 și de cîte ori acetilena e mai grea decît metanul.

R. *a)* $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

$H_2C = CH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$

$HC \equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3C(=O)H$

$CH_3C(=O)H + H_2 \rightarrow C_2H_5OH$

$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$;

b) 50 kmoli = 9 000 kg $C_6H_{12}O_6$; 2 240 m^3 CO_2;

c) 2 240 m^3 C_2H_4 și 32,25 kg apă;

d) 4 480 m^3 CH_4; 2 240 m^3 H_2;

e) 0,714 g/l; 0,55; 1,16 g/l; 0,89; 1,6 ori.

Problema nr. 95

Se dă 1 tonă piroluzită conținînd 30% MnO_2. Pentru a obține mangan metalic, piroluzita este trecută — prin încălzire — în Mn_3O_4 și acest oxid este redus pe cale aluminotermică.

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor de obținere a Mn metalic;

b) cantitatea de Mn obținută în kg și atomi-gram, dacă randamentul reacției este de 80%;

c) cantitatea de apă, în kg și kmoli, ce se poate obține cu gazul degajat în prima reacție;

d) cantitatea de soluție 49% H_2SO_4 care dizolvă oxidul de aluminiu rezultat în a doua reacție;

e) densitatea și densitatea față de aer a gazului degajat în prima reacție;

Scanned with OKEN Scanner

f) presupunînd că aluminiul intrat şi manganul ieşit din reacţie ar forma un aliaj să se exprime compoziţia procentuală a aliajului.

R. *a)* $3MnO_2 \rightarrow Mn_3O_4 + O_2\uparrow$

$Mn_3O_4 + 8/3\ Al \rightarrow 4/3\ Al_2O_3 + 3Mn$;

b) lucrăm cu $1\,000 \cdot \frac{30}{100} = 300$ kg MnO_2 pur

151,72 kg Mn ($\eta = 80\%$) sau 2 758 atomi-gram;

c) 258 m³ O_2

$H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O$

414 kg apă sau 2,3 kmoli;

d) 156 kg Al_2O_3

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

449 kg H_2SO_4 şi 920 kg soluţie 49%;

e) $\rho_{O_2} = 1{,}4$ g/l; $d_{aer} = 1{,}1$;

f) Al = 35,2%; Mn = 64,8%.

Problema nr. 96

Se dă un amestec de CO, CO_2, N_2. Volumul amestecului este de 179,2 m³.

Să se calculeze:

a) numărul de kilomoli şi volumul de CO_2 ştiind că e absorbit complet de 400 kg soluţie 20% NaOH;

b) să se afle cantitatea de Na_2CO_3 rezultat la punctul *a)*;

c) numărul de kilomoli şi volumul de CO dacă masa amestecului gazos creşte cu 64 kg prin arderea oxidului de carbon;

d) numărul de kmoli şi volumul de azot;

e) densitatea amestecului dat şi densitatea în raport cu aerul.

R. *a)* 1 kmoli CO_2; 22,4 m³ CO_2; *b)* 106 kg Na_2CO_3;
c) 4 kmoli CO; 89,6 m³ CO;
d) 3 kmoli N_2; 67,2 m³ N_2. *e)* $\rho = 1{,}34$ g/l; $d = 1{,}03$.

Problema nr. 97

Prin calcinarea a 200 kg piatră-de-var se obţine un oxid nemetalic şi 84 kg CaO. Acesta reacţionează cu C la temperatura arcului electric, obţinîndu-se două substanţe *A* şi *B*. Presupunînd că substanţa *A* e folosită pentru obţinerea amoniacului, iar substanţa *B* pentru obţinerea acidului oxalic şi că toate reacţiile au loc cantitativ, se cere:

a) puritatea pietrei-de-var;

b) cantitatea de cărbune 75% puritate care reacţionează cu oxidul de calciu;

Scanned with OKEN Scanner

c) cantitatea de amoniac 20% ce se obţine dacă randamentul reacţiei este 80% ;

d) cantitatea de acid oxalic obţinută ;

e) compoziţia acidului oxalic anhidru.

R. *a)* 75% ; *b)* 72 kg C 75% ; *c)* 204 kg NH_3 20% ; *d)* 67,5 kg $C_2H_2O_4$; *e)* 26,66% C ; 7,11% O ; 2,22% H şi C : O : H = 12 : 32 : 1.

Problema nr. 98

Se obţin cîte 6 t acid acetic pe trei căi diferite :

1) prin oxidarea alcolului etilic ;

2) prin recuperare de la distilarea uscată a lemnului, cu ajutorul laptelui de var ;

3) pornind de la acetilenă.

Se cere :

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor de obţinere a acidului acetic ;

b) cantitatea în kg şi kmoli, de glucoză necesară în procedeul de la punctul 1) şi volumul de CO_2 degajat ;

c) cantitatea de soluţie 49% H_2SO_4 necesară în procedeul de la punctul 2) ştiind că H_2SO_4 deplasează acidul acetic din acetatul de calciu ;

d) volumul de metan ce trebuie supus pirolizei pentru a obţine acetilena necesară în procedeul de la punctul 3) şi volumul de hidrogen ce rezultă ;

e) compoziţia acidului acetic, exprimată prin raportul în greutate al elementelor componente şi în procente greutate.

R. *a)* $CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

$(CH_3COO)_2Ca + H_2SO_4 \rightarrow 2CH_3COOH + CaSO_4$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO \xrightarrow{\frac{1}{2}O_2} CH_3COOH$;

b) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2\uparrow$

9 000 kg $C_6H_{12}O_6$ (50 kmoli)

$100 \cdot 22,4 = 2\,240$ m^3 CO_2 ;

c) 4 900 kg H_2SO_4 ; 10 000 kg soluţie 49% ;

d) $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$

4 480 m^3 CH_4

6 720 m^3 H_2 ;

e) C : H : O = 6 : 1 : 8

C = 40% ; H_2 = 6,7% ; O_2 = 53,3%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 99

Dintr-un amestec de azot şi hidrogen rezultă 6 kmoli de amoniac.

Se cere:

a) volumul soluţiei monomolară de H_2SO_4 care absoarbe amoniacul format;

b) cantitatea de hidrogen (în kg şi kmoli) rămas după absorbţia amoniacului, dacă pentru arderea acestui hidrogen se consumă 56 m^3 de aer (20% O_2, vol.);

c) volumul iniţial de azot (măsurat în condiţii normale), dacă amestecul de azot şi hidrogen ocupă un volum de 313,6 m^3;

d) volumul, densitatea şi densitatea faţă de aer a amestecului de gaze după terminarea reacţiei;

e) cantitatea de metan (kg şi kmoli) necesară pentru obţinerea hidrogenului de amestecul iniţial, folosindu-se metoda descompunerii termice a metanului în lipsa aerului;

R. *a)* 5 000 l H_2SO_4 1*n*; *b)* 2 kg H_2; 1 kmol H_2; *c)* 89,6 m^3 N_2; *d)* amestec: 6 kmoli NH_3 + 1 kmol H_2 + 1 kmol N_2 = 8 kmoli; 179,2 m^3; $\rho = 0{,}74$ g/l; $d_{aer} = 0{,}57$; 80 kg CH_4; *e)* 5 kmoli.

Problema nr. 100

Se obţin cîte 44,8 m^3 clor prin 3 metode:

1) prin electroliza unei soluţii apoase de NaCl; clorul rezultat se trece în HCl şi acesta în soluţie apoasă 18,25%;

2) prin oxidarea HCl cu oxigen provenit prin electroliza apei; clorul obţinut se foloseşte la clorurarea metanului pînă la CCl_4;

3) prin acţiunea HCl asupra $KClO_3$; clorul degajat reacţionează cu o soluţie diluată de KOH, 11,2%, în vederea obţinerii hipocloritului de potasiu;

Se cere:

a) numărul de moli de NaCl consumaţi în procedeul (1); greutatea soluţiei de HCl şi volumul soluţiei 0,5 *m* NaOH neutralizată de acid;

b) volumul apei lichide consumate în procedeul (2), volumul de metan intrat în reacţie şi cantitatea (în kmoli) de CCl_4 obţinută;

c) cantitatea de $KClO_3$ consumat în procedeul (3), greutatea soluţiei de KOH folosită şi volumul soluţiei 0,2 *n* H_2SO_4 neutralizat de bază;

Scanned with OKEN Scanner

d) să se indice trei proprietăţi chimice ale clorului prin ecuaţii.

R. *a)* 234 kg NaCl; 4 000 moli NaCl; 800 kg HCl 18,25%; 8 000 l NaOH 0,5 *m*;
b) 36 l H_2O; 11,2 m^3 CH_4; 0,5 kmoli CCl_4;
c) 81,7 kg $KClO_3$; 2 000 kg KOH 11,2%; 20 000 l H_2SO_4 0,2 *n*;
d) $H_2O + Cl_2 = HCl + HOCl$
$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
$2Sb + 3Cl_2 = 2SbCl_3$.

Problema nr. 101

Se dă un amestec de gaze *A*, *B*, şi *C*.

Densităţile faţă de aer ale gazelor sînt respectiv: 0,069; 0,965 şi 1,517.

Gazele *B* şi *C* conţin carbon şi oxigen.

Volumul amestecului gazos este 112 m^3. Dacă amestecul se trece printr-o soluţie 0,1% $Ca(OH)_2$, se formează 200 kg precipitat.

Dacă însă amestecul se arde şi apoi este trecut prin soluţia de $Ca(OH)_2$ se formează 400 kg precipitat.

Se cer:

a) masele moleculare şi formulele celor trei gaze;

b) cantităţile de gaze *A*, *B* şi *C*, în kmoli şi m^3;

c) cantitatea de soluţie de $Ca(OH)_2$ necesară pentru a obţine 200 kg precipitat;

d) volumul de aer (cu 20% O_2, vol) necesar combustiei amestecului;

e) densitatea medie a amestecului.

R. *a)* 2; H_2; 28; CO; 44; CO_2; *b)* 44,8 m^3; 2 kmoli CO_2; 44,8 m^3 CO; 2 kmoli CO; 22,4 m^3 H_2; 1 kmol H_2; *c)* 148 000 kg $Ca(OH)_2$ 0,1 %; *d)* 168 m^3 aer; *e)* $\rho = 1{,}3$ g/l.

Problema nr. 102

Se fabrică 2,2 t acetaldehidă pornind de la calcar de 80% puritate şi cărbune cu 5% steril. Jumătate din acetaldehidă se oxidează la acid acetic, care reacţionează cu o soluţie 1% $Ca(OH)_2$. Cealaltă jumătate din acetaldehidă se hidrogenează la alcool etilic ($\rho = 0{,}8$ g/cm^3).

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de calcar şi de cărbune consumate la fabricarea acetaldehidei;

c) cantitatea de soluţie de $Ca(OH)_2$ ce neutralizează acidul acetic şi compoziţia procentuală a sării rezultate din această reacţie;

d) numărul de litri de alcool etilic obţinut şi cantitatea de hidrogen folosită (în kmoli şi m^3);

e) concentraţia procentuală şi concentraţia molară a soluţiei rezultate prin dizolvarea celor 2,2 t acetaldehidă 27 800 l apă (se consideră $\rho_{soluţie} = 1$ g/cm^3).

R. *a)* $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO$

$CH_3CHO + 1/2O_2 \rightarrow CH_3COOH$

$2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + 2H_2O$

$CH_3CHO + H_2 \rightarrow C_2H_5OH$;

b) 5 000 kg $CaCO_3$ pur; 6 250 kg calcar 80%

1 800 kg C pur; 1894,7 kg cărbune 95%;

c) 1 500 kg CH_3COOH; 925 kg $Ca(OH)_2$

92 500 kg soluţie 1% $Ca(OH)_2$

C $\simeq$ 30,4%; $H_2 \simeq$ 3,8%; $O_2 \simeq$ 40,5%; Ca $\simeq$ 25,3%;

d) 1 150 kg C_2H_5OH

1437,5 l C_2H_5OH

25 kmoli H_2(560 m^3 H_2);

e) concentraţia procentuală = 7,3%.

concentraţia molară = 1,66 *m*.

Problema nr. 103

Se fabrică 8 t cianamidă de calciu, pornind de la piatră-de-var de puritate 90% şi cărbune cu 20% steril. Bioxidul de carbon rezultat ca subprodus se îmbuteliază în cilindri de oţel de 30 l capacitate, la 27 °C şi 20 atm. Jumătate din cianamida de calciu se foloseşte pentru prepararea unei soluţii de amoniac 20%.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea (în tone) de piatră-de-var şi cărbune necesară în fabricaţie;

Scanned with OKEN Scanner

c) numărul de cilindri de oţel necesari pentru îmbutelierea bioxidului de carbon;

d) masa soluţiei de amoniac obţinută, molaritatea ei ($\rho = 1$ g/cm³); numărul de litri de soluţie 2 *m* de H_2SO_4 care neutralizează amoniacul şi cantitatea în kmoli de sare obţinută;

e) compoziţia cianamidei de calciu exprimată în procente masă şi prin raportul în masă al elementelor componente.

R. *a)* $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$

$CaC_2 + N_2 \rightarrow CaCN_2 + C$

$CaCN_2 + 3H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2NH_3$;

b) $3\,600 \cdot \frac{100}{80} = 4\,500$ kg cărbune 80%

$10 \cdot \frac{100}{90} = 11{,}11$ tone calcar 90%;

c) 2 240 m³ CO_2 (în c.n); 123 m³ CO_2 (27°C şi 20 atm) 4 100 butelii;

d) 1 700 kg NH_3; 8 500 kg soluţie 20%

11,7 m; 25 000 l H_2SO_4 2 *m*

50 kmoli $(NH_4)_2SO_4$;

e) Ca : S : N = 10 : 3 : 7

Ca = 50%; C = 15%; N = 35%.

Problema nr. 104

Se consideră 5 moli dintr-o hidrocarbură *A* cu formula brută C_7H_8. Substanţa *A* conduce prin:

1) oxidare la un acid monobazic *B*;

2) nitrare la un mononitroderivat *C*;

3) hidrogenare catalitică la o hidrocarbură saturată D din seria C_nH_{2n}.

Se cer:

a) formulele substanţelor *A*, *B*, *C*, şi *D* şi reacţiile chimice prin care au luat naştere *B*, *C* şi *D*;

b) volumul soluţiei 1 molar de NaOH, care neutralizează acidul *B*;

c) volumul de H_2 care hidrogenează substanţa *A*;

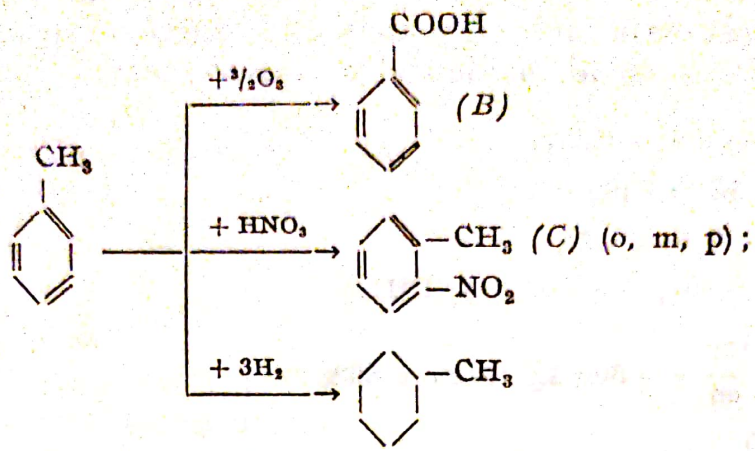
Scanned with OKEN Scanner

d) cantitatea de HCl 36,5% necesară pentru a reduce (Fe + HCl) substanța *C* la amină;

e) izomerii substanței *C*;

f) compoziția procentuală a substanței *C*.

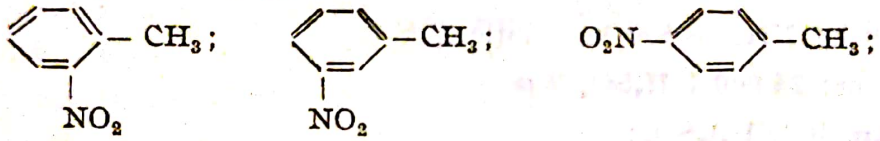
R. *a)*



b) 5 moli $C_6H_5COOH \approx 5$ l NaOH 1 *m*;

c) $5 \cdot 3 \cdot 22{,}4$ l = 336 l;

d) 3 000 g HCl 36,5%;

e) 

f) 61,3%C; 5,1% H_2; 23,3% O_2; 10,2% N_2.

Problema nr. 105

Se arde cărbune în exces de aer. Gazele de ardere ocupă un volum de 560 m³ și conțin: O_2, N_2, CO și CO_2. Raportul între volumele de oxigen și azot este 1 : 4. După separarea CO_2, amestecul rămas ocupă un volum de 470,4 m³.

În urma aprinderii amestecului rămas cu o scînteie electrică, unul din gazele formate este complet absorbit de 4 000 l soluție 0,5 *n* NaOH.

Se cere:

a) cantitatea de CO_2 din amestecul inițial;

b) volumul CO din amestecul inițial;

c) compoziția în % volum a amestecului inițial;

d) densitatea și densitatea față de aer a amestecului inițial;

e) cantitatea de uree ce se poate obține cu CO_2 de la pt. *a)*;

f) cantitatea de cărbune 80% ce s-a ars.

R. *a)* 176 kg CO_2; *b)* 22,4 m³ CO; *c)* $O_2\% = CO_2\% = 16\%$; $N_2\% = 64\%$; $CO\% = 40\%$; *d)* $\rho = 1{,}39$ g/l, $d_{aer} = 1{,}08$; *e)* 240 kg $CO(NH_2)_2$; *f)* 75 kg cărbune 80%.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 106

Într-un vas de ardere ce conține 130 ml amestec gazos format din hidrogen, propan și oxid de carbon se introduc 400 ml oxigen. Se provoacă, cu o scînteie electrică, explozia amestecului de gaze din vas.

După răcire, volumul amestecului gazos se reduce la 100 ml. Prin spălare cu o soluție de KOH volumul scade la 20 ml (toate volumele sînt măsurate la 0° și 760 mm).

Se cere;

a) compoziția în % volume a amestecului gazos inițial de hidrogen, propan și oxid de carbon;

b) ρ amestecul gazos.

R. *a)* 36,46% H_2, 53,86% propan, 7,68% CO; *b)* 1,4 g/l.

Problema nr. 107

Se amestecă:

800 g soluție H_2SO_4 14% cu $\rho = 1{,}095$ g/cm³;
650 g soluție H_2SO_4 20% cu $\rho = 1{,}14$ g/cm³;
400 g soluție H_2SO_4 62% cu $\rho = 1{,}52$ g/cm³

și cu 1 200 cm³ apă distilată.

Soluția rezultată este neutralizată de 2 000 g soluție NaOH.

După neutralizare se lasă să treacă prin soluție timp de 50 minute un curent de 1 200 A.

Se cere:

a) concentrația procentuală, molară și normală a soluției de H_2SO_4 rezultată din amestec;

b) schema electrolizei și volumul gazelor obținute la electrozi;

c) concentrația procentuală a soluției după electroliză.

R. *a)* 16%; $m = 1{,}8$; $n = 3{,}6$; *b)* 37,3 g H_2; 417,76 l H_2 și 298,8 g O_2; 208,88 l O_2; *c)* 15,06%.

Problema nr. 108

Conform standardelor se fabrică trei calități de carbid, care diferă prin numărul de litri de acetilenă obținuți dintr-un kg de carbid.

Prima calitate degajă 298 l acetilenă; cea de-a doua 280 l acetilenă; iar cea de-a treia 237 l acetilenă.

Se cere:

a) puritatea fiecăreia din cele trei calități de carbid;

Scanned with OKEN Scanner

b) cantitatea de carbid, din prima calitate, ce se consumă pentru a prepara cu un randament de 80%, 112 l clorură de vinil;

c) cantitatea de carbid, din a doua calitate, necesară pentru a obține amoniacul folosit la fabricarea, prin oxidarea lui, a 6 kmoli de acid azotic;

d) din 354,5 kg carbid din cea de-a treia calitate, se prepară anilină în vederea obținerii de benzonitril. Să se calculeze cantitatea de benzonitril obținută, dacă randamentul este de 80%.

R. *a)* 85,15%; 80%; 67,71%; *b)* 469,75 kg carbid; *c)* 240 kg CaC_2 80%; *d)* 103 kg C_6H_5CN.

Problema nr. 109

O soluție ce conține 10,67 g amestec hidroxid de sodiu și hidroxid de potasiu necesită pentru neutralizare 40 g soluție 20% acid clorhidric.

Se cer:

a) procentele din fiecare hidroxid din amestec;

b) cantitatea de NaCl utilizată pentru prepararea HCl folosit, dacă pierderile sînt de 4%;

c) concentrația % și molară a unei soluții de amoniac în apă, dacă 80 g din această soluție ($\rho = 0{,}965$) neutralizează 73 g acid clorhidric 20%.

R. *a)* 37,58% NaOH, 62,42% KOH; *b)* 13,3 g HCl; *c)* 8,5%; $m = 4{,}82$.

Problema nr. 110

O benzină conține 3 hidrocarburi *A*, *B* și *C* din seria C_nH_{2n+2}. Densitățile lor de vapori în raport cu aerul sînt 2,01; 2,49; 2,98. Raportul maselor al celor trei substanțe în amestec este 1 : 2 : 1.

Să se calculeze:

a) masele moleculare și formulele brute al substanțelor *A*, *B* și *C*;

b) raporturile celor 3 substanțe în amestec, exprimate în moli;

c) volumul de aer (20% O_2) care se consumă la arderea a 216 g din amestec;

d) volumul soluției 0,1 molară de $Ca(OH)_2$ care absoarbe CO_2 rezultat din arderea amestecului;

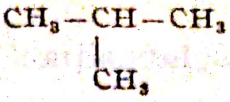
e) izomerii posibili ai substanțelor A, B și C.

R. *a)* 58; 72; 86; C_4H_{10}; C_5H_{12}; C_6H_{14};
b) 0,43 : 0,69 : 0,29;

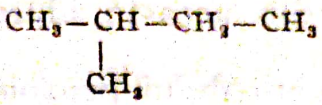
Scanned with OKEN Scanner

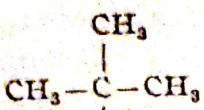
c) 2819,5 l aer; *d)* 150,445 l $Ca(OH)_2$ 1 *m*;

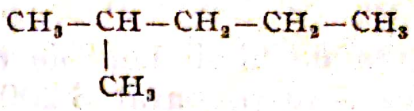
e) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$;



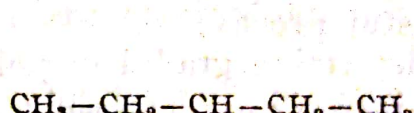
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$;

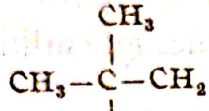


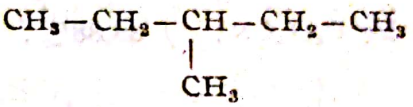


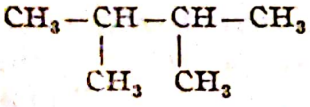


$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$;









Problema nr. 111

Se dă 1 m^3 gaz de cocserie care conţine în procente de volum: 60% H_2; 25% CH_4; 7% CO; 7% CO_2; 1% N_2.

Se cer:

a) cantităţile de O_2 şi aer (cu 20% O_2, vol.) necesar combustiei complete a gazului;

b) cantitatea de căldură degajată prin combustia gazului, dacă prin ardere:

1 mol H_2 degajă 58 kcal;
1 mol CH_4 ,, 213 kcal;
1 mol CO ,, 69 kcal;

c) echivalentul în kWh al 1 m^3 gaz de cocserie, ştiind că 1 kWh = = 860 kcal;

d) masa moleculară medie a gazului de cocserie, ştiind că masa moleculară este o medie proporţională;

e) densitatea faţă de aer a gazului de cocserie;

f) cantitatea de soluţie 1% $Ca(OH)_2$, care absoarbe complet CO_2 din gazul de cocserie; care este concentraţia molară a soluţiei de $Ca(OH)_2$ ($\rho = 1$ g/cm³).

R. *a)* 835 l O_2; 4 175 l aer; *b)* 4 147 kcal; *c)* 4,8 kWh; *d)* 10,52; *e)* 0,36; *f)* 23 l kg $Ca(OH)_2$ 1%; 0,13 *m*.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 112

O hidrocarbură cu compoziţia: 92,31% C şi 7,69% H_2 are masa moleculară 78.

Cîte 20 kmoli din această hidrocarbură se utilizează după cum urmează:

1) la obţinerea nitrilului benzoic;
2) la obţinerea aspirinei;
3) la obţinerea plexiglasului.

Se cere:

a) cantitatea de nitril benzoic obţinut, randamentul fiind 90%;

b) ştiind că s-au preparat 3 200 kg aspirină să se calculeze randamentul acestui proces;

c) să se determine gradul de polimerizare al plexiglasului obţinut.

R. *a)* 1 854 kg C_6H_5CN; *b)* 88,88%; *c)* 20 000.

Problema nr. 113

Într-un cilindru de oţel de 40 l se găseşte SO_2 la 27 °C şi 3,07 atm. SO_2 se trece într-o soluţie 20% NaOH, obţinîndu-se o sare acidă *A*.

Se cere:

a) cantitatea de pirită 3% puritate şi volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) consumate la obţinerea SO_2;

b) cantitatea de soluţie NaOH care absoarbe SO_2 şi molaritatea soluţiei de NaOH (se consideră ρ sol. = 1 g/cm³);

c) cantitatea de soluţie 1% $Ca(OH)_2$, care ar absorbi aceeaşi cantitate de SO_2, ştiind că se obţine o sare acidă *B*. Se cere şi conţinutul procentual în Ca din sarea *B*.

d) cantitatea (g şi moli) de H_2SO_4 ce se poate obţine cu SO_2 dat, ştiind că randamentul de transformare al SO_2 în SO_3 este 95%;

e) numărul de sticle de 1/4 l în care s-ar putea păstra H_2SO_4, densitatea lui fiind 1,84 g/cm³;

f) să se dea cîte două exemple de reacţii din care să rezulte caracterul reducător, respectiv oxidant al SO_2.

R. *a)* 1 kg FeS_2 30%; *b)* 1 kg NaOH 20%; 5 *m*; *c)* 18,5 kg $Ca(OH)_2$ 1%; 19,8% Ca; *d)* 465,5 g H_2SO_4; 4,75 moli; *e)* 1 sticlă;

f) SO_2 red.: $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2\,H_2O = 2\,MnSO_4 + K_2SO_4 + 2\,H_2SO_4$.

SO_2 oxidant:

$$SO_2 + Cl_2 + 2\,H_2O = H_2SO_4 + 2\,HCl$$

$$SO_2 + 2\,H_2 = S + 2\,H_2O$$

$$SO_2 + 2\,C = S + 2\,CO$$

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 114

Se dă un amestec echimolecular de CH_3OH și C_2H_5OH cu masa de 39 kg.

Se cere:

a) compoziția procentuală a amestecului de alcooli;

b) cantitățile de CO (m^3, kg, kmoli) și de H_2 (m^3, kg și atomi-gram) necesare pentru obținerea CH_3OH;

c) C_2H_5OH se obține pornind de la C_2H_2. Se cere cantitatea de gaz metan de 95% puritate, care prin piroliză să producă C_2H_2 necesară;

d) volumul de aer necesar arderii amestecului dat (aer 20% O_2, vol.);

e) compoziția (% volum) a amestecului de gaze rezultat prin ardere;

f) volumul soluției 19,6% H_2SO_4 ($\rho = 1$ g/cm³), care neutralizează (se obține o sare neutră) soluția 14% de KOH ce absoarbe complet CO_2 rezultat la pt. *e)* (se obține o sare acidă); care este masa soluției de KOH.

R. *a)* 41% CH_3OH, 59% C_2H_5OH; *b)* (CO) 1/2 kmoli; 14 kg; 11,2 m^3; (H_2) 1 kmol; 2 kg; 22,4 m^3; 2 000 atom-gram; *c)* 16,84 kg CH_4 95%; *d)* 252 m^3; *e)* 37,5% CO_2, 62,5% H_2O vap.; *f)* 1 500 l H_2SO_4 19,6%; 1 200 kg KOH 14%.

Problema nr. 115

Se dau 50 kg de benzină care conține un amestec de izomeri: 80% heptani C_7H_{16} și 20% octani C_8H_{18}.

Se cere:

a) cantitatea de aer (cu 20% O_2, vol.) necesară combustiei complete a benzinei;

b) volumul de CO_2 rezultat și numărul de butelii de 40 l în care se poate păstra gazul la 27 °C și 3 atm.

c) compoziția % volum a celor două gaze rezultate prin arderea benzinei;

d) concentrația procentuală și molară a 700 kg soluție NaOH, care absoarbe complet CO_2 de la pt. *b)* ($\rho_{sol} = 1$ g/cm³);

e) presupunînd că vaporii de apă rezultați la arderea benzinei reacționează cu Fe incandescent, să se exprime compoziția % a oxidului rezultat și să se calculeze volumul de NH_3 ce se obține cu gazul rezultat;

Scanned with OKEN Scanner

f) știind că NH_3 de la pt. *e)* se folosește:

- 40% la prepararea ureei;
- 40% la prepararea azotatului de amoniu;
- 20% la prepararea unei soluții 17% NH_3,

să se determine cantitățile de uree, azotat de amoniu și amoniac rezultate.

R. *a)* 615,6 m^3 aer; *b)* 28,73 m^3 CO_2; 718 butelii; *c)* 46,74% CO_2; 53,26% H_2O vap.; *d)* 40%; 10 *m*; *e)* 72,41% Fe, 27,59% O_2; 59,56 m^3 NH_3; *f)* 31,9 kg $CO(NH_2)_2$ 85,1 kg NH_4NO_3; 53,18 kg sol. 17%.

Problema nr. 116

Un element dă o hidrură cu masa moleculară 17 și un oxid, la valență superioară, cu masa moleculară 108. Să se determine:

a) masa atomică a elementului;

b) cantitatea de substanță care se obține prin tratarea unei soluții ce conține 3 moli hidrură, cu 73 g HCl

c) să se scrie ecuația reacției dintre acidul a cărui anhidridă este oxidul dat și Cu; să se arate ce proprietate a acidului iese în evidență din această reacție.

R. *a)* 14; *b)* 107 g NH_4Cl; *c)* $8\,HNO_3 + 3\,Cu = 3\,Cu(NO_3)_2 + 2\,NO + 4\,H_2O$; acidul este oxidant.

Problema nr. 117

Se dau 500 l soluție de acrilonitril 53% cu $\rho = 1{,}2$ g/cm³ din care se prepară cauciuc SKN.

Se cere:

a) volumul de metan necesar obținerii acrilonitrilului;

b) cantitatea de butadienă folosită la obținerea cauciucului SKN, dacă raportul molar între acrilonitril și butadienă este 1 : 4;

c) volumul de alcool etilic 92% cu $\rho = 0{,}78$ g/cm³, necesar obținerii butadienei cu un $\eta = 80\%$.

R. *a)* 268,8 m^3; *b)* 1 296 kg butadienă; *c)* 3 846 l C_2H_5OH.

Problema nr. 118

Se dă un amestec de gaze care conține: 22 g CO_2, 1,5 moli CO, 56 l N_2, 7 atomi-gram H_2 măsurate în condiții normale.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) compoziția în % volum și % moli a amestecului de gaze;

b) ρ și masa medie moleculară a amestecului de gaze, știind că cele două mărimi sînt medii proporționale;

c) volumul de aer (cu 20% O_2, volum) necesar arderii amestecului de gaze;

d) cantitatea de calcar de 80% puritate necesară pentru obținerea CO_2 și masa soluției 1% $Ca(OH)_2$ care absoarbe complet CO_2;

e) presupunînd că se pun în situația de a reacționa N_2 și H_2 dat, să se arate dacă reacția este totală și să se calculeze volumul soluției 1 *m* NH_4OH ce se obține cu amoniacul rezultat;

f) numărul de cm^3 CH_3OH ce se poate obține prin hidrogenarea CO dat ($\rho_{alcool} = 0{,}8$ g/cm^3) și volumul de metan necesar pentru obținerea hidrogenului (prin descompunere termică) folosit la obținerea alcoolului.

R. *a)* 6,25% CO_2, 43,75% H_2, 31,25% N_2, 18,75 CO;

b) 0,78 g/l; $M = 17{,}625$; *c)* 280 l aer; *d)* 62,5 g $CaCO_3$ 80%, 3 700 g $Ca(OH)_2$ 1%; *e)* exces N_2; 2,33 l sol 1 *m*; *f)* 60 cm^3 CH_3OH.

Problema nr. 119

Se dau 50 moli Fe_2O_3 care se reduc cu aluminiu metalic.

Se cere:

a) cantitatea de aluminiu necesară în kg și atomi-gram;

b) cantitatea de soluție 49% de acid sulfuric care dizolvă oxidul de aluminiu rezultat;

c) volumul de hidrogen obținut prin acțiunea vaporilor de apă asupra fierului incandescent rezultat;

d) dacă hidrogenul obținut se amestecă cu un metru cub de azot și se aduc în condițiile de sinteză, cu un randament de conversie de 30%, care va fi compoziția procentuală, în volume, a amestecului final obținut.

R. *a)* 100 atomi-gram Al; 2,7 kg Al; *b)* 30 kg H_2SO_4 49%; *c)* 3 m^3, H_2; *d)* 61,76% H_2; 20,59% N_2; 17,65% NH_3.

Problema nr. 120

După nitrarea unei cantități de benzen, amestecul nitrant are compoziția:

23% HNO_3; 57% H_2SO_4; 20% apă.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru o reîntrebuinţare, amestecul de acizi trebuie concentrat la:

32% HNO_3 şi 60% H_2SO_4 prin adăugare de H_2SO_4 95% şi HNO_3 92%.

Se cere:

a) să se calculeze cantitatea necesară de H_2SO_4 95%, HNO_3 90% şi amestec epuizat pentru a obţine 1 000 kg amestec nitrant;

b) cantitatea de NH_3 necesară obţinerii prin oxidare, cu un $\eta = 85\%$, a acidului azotic 90% folosit la pt. *a*;

c) cantitatea de pirită cu 10% impurităţi, necesară obţinerii cu un $\eta = 90\%$ a acidului sulfuric 95%, folosit la obţinerea amestecului nitrant.

R. *a)* 549,2 kg H_2SO_4 95%; 313,5 kg HNO_3 90%; *b)* 89,57 kg NH_3; *c)* 394,36 kg FeS_2.

Problema nr. 121.

Se dă 1 m^3 amestec gazos, alcătuit, în procente de volum, din 40% CH_4, 30% C_2H_4, 30% C_2H_2.

Se cere:

a) volumul de O_2 şi de aer (cu 20% O_2, vol.) necesar arderii amestecului gazos;

b) densitatea şi masa moleculară medie a amestecului gazos; să se demonstreze că aceste mărimi sînt medii proporţionale;

c) volumul soluţiei 2 *m* KOH care absoarbe complet CO_2 rezultat prin ardere, ştiind că se obţine o sare neutră;

d) densitatea faţă de aer a amestecului gazos;

e) presupunînd că vaporii de apă rezultaţi prin ardere reacţionează cu Fe incandescent, să se calculeze (în g, l, moli şi atomi-gram) hidrogenul degajat;

f) compoziţia în % volum a gazelor rezultate prin ardere.

R. *a)* 2 450 l O_2 şi 12 250 l aer; *b)* 1 g/l; $M = 22,6$; *c)* 71,43 l KOH 2 *m*; *d)* 0,78; *e)* 151,9 g, 1 700 l; 75,9 moli, 151,8 atomi-gram; *f)* 48,5% CO_2; 51,5% H_2O.

Problema nr. 122

Se prăjesc 50 tone de pirită cu 2% umiditate şi 14% steril. Jumătate din bioxidul de sulf rezultat se utilizează la fabricarea H_2SO_4, iar cealaltă jumătate se trece printr-o suspensie semimolară de $Ca(OH)_2$, în vederea obţinerii sulfitului acid de calciu.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) cantitatea de soluție molară de H_2SO_4 ce se obține și numărul de damigene de 50 l capacitate necesare pentru depozitare;

b) volumul soluției de $Ca(OH)_2$ folosit și cantitatea de sulfit acid de calciu care se obține;

c) volumul de aer în m^3 necesar arderii piritei, admițînd că gazele care ies din cuptor conțin 5% oxigen în volume (aerul 20% O_2 în volume).

R. *a)* 350 m^3 H_2SO_4 1 *m*; 7 000 damigene; *b)* 350 m^3 $Ca(OH)_2$ 1/2 *m*; 35,35 t $Ca(HSO_3)_2$; *c)* 111 925 m^3 aer.

Problema nr. 123

Se supun electrolizei totale o tonă soluție NaCl și se obțin 44,8 m^3 hidrogen.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor ce au loc la electrozi;

b) concentrația procentuală și molară a soluției de hidroxid de sodiu rezultată ($\rho = 1$ g/cm^3);

c) cantitatea de piatră-de-var de 80% puritate, necesară pentru a obține bioxidul de carbon, care transformă NaOH de la pt. *b)* în sare acidă;

d) cantitatea de amoniac, în m^3 și kmoli ce se poate obține cu hidrogenul rezultat la electroliză;

e) cantitatea de fosgen ce se poate obține cu clorul degajat la electroliză și compoziția procentuală a fosgenului.

R. *a)* $\ominus\ H^+ + 1e \rightarrow H$; $\quad 2H \rightarrow H_2$

$\oplus\ Cl^- - 1e \rightarrow Cl$; $\quad 2\,Cl \rightarrow Cl_2$.

În soluție: $Na^+ + OH^- \rightarrow NaOH$;

b) 18,73%; 4,67 *m*; *c)* 500 kg $CaCO_3$ 80%; *d)* 29,86 m^3; 1,33 kmoli *e)* 198 kg $COCl_2$; 12,12% C; 16,16% O_2; 71,72% Cl_2.

Problema nr. 124

Din 98,47 m^3 acetilenă îmbuteliată la 27 °C și 10 atm o pătrime se utilizează la fabricarea benzenului din care se prepară stirenul necesar obținerii cauciucului butadien stirenic cu un conținut de 20% butadienă. Din restul de acetilenă se obține acid acetic, care se împarte în trei părți egale ce se folosesc după cum urmează:

— o treime la obținerea acidului monocloracetic;

Scanned with OKEN Scanner

— o treime se transformă prin tratare cu clorură de acetil în anhidridă acetică;

— o treime la prepararea acetatului de etil.

Se cere:

a) cantitatea de butadienă utilizată la obținerea cauciucului SKS;

b) volumul de clor utilizat în condiții normale la prepararea acidului monocloracetic;

c) cantitatea de clorură de acetil (în kg și moli) folosită la obținerea anhidridei acetice;

d) cantitatea de acetat de etil obținută.

R. *a)* 86,66 kg butadienă; *b)* 224 m^3 Cl_2; *c)* 785 kg și 1 000 moli CH_3COCl; *d)* 880 kg $CH_3COOC_2H_5$.

Problema nr. 125

La tratarea iodurii de metil magneziu cu 0,176 g alcool monohidroxilic s-au degajat 44,8 ml de metan (c.n.).

Se cere:

a) să se calculeze masa moleculară a alcoolului;

b) știind că prin oxidarea lui se obține dietilacetonă, să se scrie formula structurală a alcoolului.

Problema nr. 126

Se dizolvă 8 kmoli acid clorhidric în 2 708 kg apă. La soluția obținută se adaugă un exces de $CaCO_3$ de 80% puritate.

Se cere:

a) concentrația procentuală a soluției de HCl;

b) cantitatea de $CaCO_3$ 80% care reacționează cu soluția de acid clorhidric;

c) volumul gazului (în c.n.) care rezultă din reacția de la pt. *b)*;

d) densitatea și densitatea față de hidrogen a gazului rezultat din reacție.

Problema nr. 127

Se descompun termic 500 kg calcar cu puritate 80%. Gazul obținut din reacție se introduce într-o soluție de NaOH 10%.

Se cere:

a) cantitatea de var nestins rezultată prin descompunerea calcarului;

Scanned with OKEN Scanner

b) cantitatea de apă necesară pentru „stingerea" varului;
c) volumul gazului rezultat prin descompunerea calcarului;
d) cantitatea de soluție NaOH 10% ce absoarbe complet gazul de la pt. *c)*.

Problema nr. 128

Să se stabilească structura unei substanțe a cărei formulă brută este $C_6H_{14}O$, știind că:
— nu reacționează cu sodiul metalic;
— prin încălzire cu un exces de acid iodhidric concentrat se obțin iodurile alifatice C_2H_5I și C_4H_9I; aceasta din urmă dă prin hidroliză alcoolul *n* butilic.
Să se scrie schema reacțiilor.

Problema nr. 129

Două substanțe au formula brută $C_4H_8O_2$. Una dintre ele reacționează cu Na_2CO_3 cu degajare de CO_2; cealaltă nu reacționează cu carbonatul de sodiu, dar prin hidroliză în soluție apoasă de hidroxid de sodiu formează alcoolul etilic.
Să se determine structurile celor două substanțe și să se scrie ecuațiile respective.

Problema nr. 130

Prin oxidarea unui mol de alchenă, cu bicromat de potasiu și acid sulfuric, rezultă 2 moli de acid propionic.
a) care este structura alchenei;
b) să se scrie alchenele izomere cu cea dată precum și alchinele care au în moleculă același număr de atomi de carbon ca alchena oxidată.

Problema nr. 131

Într-o fabrică de sodă, procesul tehnologic reclamă o cantitate de 100 m^3 CO_2/h, măsurat la 293°K și 770mm Hg.
Ce cantitate de piatră de var, cu un conținut de 91% $CaCO_3$ și 3% $MgCO_3$ trebuie supusă descompunerii termice, pentru a satisface necesarul de CO_2 al fabricii în 24 ore?

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 132

Din 2,22 g alcool aciclic monovalent saturat, prin acțiunea sodiului metalic, s-au obținut 336 ml hidrogen în condiții normale.

a) să se determine masa moleculară a alcoolului;

b) să se scrie formulele structurale ale alcoolilor corespunzînd formulei moleculare aflate la pt. *a)*; să se indice care dintre ei sînt alcooli primari, secundari sau terțiari.

Problema nr. 133

Se dau 120 kg izopropanol, care prin deshidratare conduce la o hidrocarbură nesaturată *A*.

La hidrocarbura *A* se adiționează HCl.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor;

b) cantitatea de hidrocarbură *A* ce se obține;

c) volumul de HCl gazos ce se adiționează la hidrocarbura *A*;

d) volumul de CO_2 ce se obține prin arderea completă a hidrocarburii *A*;

e) volumul soluției 2 molare de NaOH care absoarbe CO_2 de la pt. *d)* știind că se obține o sare neutră.

Problema nr. 134

O cantitate x dintr-o blendă care conține 20% impurități se supune prăjirii. Rezultă 243 kg ZnO și 67,2 m^3 SO_2.

Se cere:

a) cantitatea x de blendă;

b) cantitatea de soluție 49% H_2SO_4 care poate fi obținută din SO_2 rezultat la prăjire;

c) volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) necesar pentru prăjirea blendei;

d) conținutul procentual de Zn, de S și de impurități din blendă.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 135

Se porneşte de la 600 kg piatră-de-var de 75% puritate .Să se calculeze:

a) ce cantităţi de îngrăşăminte chimice cu azot se pot obţine din ea şi care sînt acestea, considerînd randamentul de 100%;

b) cît carbid se poate obţine cu un randament de 80%, iar din acesta cîtă acetilenă;

c) din acetilena rezultată cît benzen s-ar putea obţine prin polimerizare şi la ce cantitate de policlorură de vinil s-ar putea ajunge.

Problema nr. 136

Prin reacţia unui litru de alchenă gazoasă (măsurată la 0° şi 760 mm) cu un exces de apă de brom, s-au obţinut 9,643 g produs de adiţie.

Se cere:

a) formula moleculară a alchenei;

b) substanţele ce se formează prin adiţia acidului bromhidric la fiecare din izomerii alchenei respective.

Problema nr. 137

Se dau 400 g soluţie 20% NaOH cu $\rho = 1{,}22$ g/cm³.

Se adaugă 400 g soluţie 20% H_2SO_4 cu $\rho = 1{,}14$ g/cm³.

Se cere:

a) molaritatea soluţiei de NaOH;

b) normalitatea soluţiei de H_2SO_4;

c) să se arate dacă reacţia dintre cele două soluţii este totală, în caz contrar care din substanţe este în exces şi cît reprezintă excesul;

d) cantitatea de apă care se găseşte în soluţia finală (în g şi moli).

Problema nr. 138

Se obţin cîte 560 m³ CO prin trei metode diferite:

1) prin reducerea incompletă a unui cărbune cu 25% steril;

2) prin reducerea CO_2 cu ajutorul carbonului;

3) prin acţiunea cărbunelui incandescent asupra vaporilor de apă (gaz de apă).

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) cantitatea de cărbune şi de aer (cu 20% O_2, vol.) necesare în procedeul de la pt. 1);

b) cantitatea de calcar de 80% puritate necesară în procedeul de la pt. 2) şi volumul apei lichide care „stinge" varul rezultat la descompunerea calcarului;

c) masa soluţiei 20% NaOH ce neutralizează HCl ce se poate obţine cu H_2 rezultat la procedeul de la pt. 3);

d) densitatea medie şi masa moleculară medie a „gazului de apă";

e) să se exemplifice prin ecuaţii, patru proprietăţi chimice ale oxidului de carbon.

Problema nr. 139

Într-o soluţie apoasă conţinînd 148 kg alcool izobutilic se introduce treptat permanganat de potasiu pulverizat. După ce reacţia a luat sfîrşit, precipitatul brun se separă prin filtrare, iar filtratul se acidulează cu acid sulfuric.

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor care au avut loc;

b) să se determine numărul de moli de produşi finali obţinuţi.

Problema nr. 140

Ştiind că într-un mol de hidrocarbură aromatică raportul dintre masa carbonului şi cea a hidrogenului este 9, iar masa moleculară a hidrocarburii întrece cu 12 masa carbonului, se cere să se determine formula ei brută şi structurile hidrocarburilor izomere.

Problema nr. 141

Se tratează 540 kg aluminiu pur cu 10 000 kg soluţie 36,5% HCl.

Se cere:

a) concentraţia procentuală (în raport cu HCl) a soluţiei de HCl rămasă după terminarea reacţiei;

b) volumul gazului degajat;

c) densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului degajat din reacţie;

d) cantitatea de $AlCl_3$ obţinută.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 142

Se fabrică prin patru metode diferite cîte 50 kmoli de hidrogen:
1. prin electroliza apei; H_2 se foloseşte la fabricarea amoniacului;
2. prin acţiunea vaporilor de apă asupra Fe incandescent; H_2 foloseşte la fabricarea HCl;
3. prin descompunerea termică a CH_4; H_2 foloseşte la fabricarea CH_3OH;
4. prin acţiunea vaporilor de apă asupra cărbunelui incandescent (gaz de apă).

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) masa soluţiei 31,5% HNO_3 care neutralizează NH_3 obţinut la pt. 1 şi conţinutul procentual în N al sării obţinute;

c) numărul de kmoli de $C_6H_5NH_2$, care adiţionează HCl fabricat la pt. 2 şi reacţia produsului obţinut cu NaOH;

d) numărul de litri de CH_3OH ($\rho = 0{,}8$ g/cm³) obţinut la pt. 3 şi cantitatea de cărbune cu 25% steril care produce prin ardere CO necesar;

e) cantitatea de Fe_2O_3 (kg, kmoli) ce se poate reduce cu H_2 fabricat şi cantitatea de Fe (kg, atomi-gram) rezultat;

f) exemplificaţi prin ecuaţii cîte trei utilizări ale H_2, în chimia anorganică şi în chimia organică.

Problema nr. 143

Se dau 896 m³ CH_4 care se valorifică în părţi egale, în două moduri:
1) prin ardere, iar CO_2 rezultat se foloseşte la fabricarea ureei;
2) prin oxidare parţială, iar CH_2O rezultată se trece 50% în HCOOH şi 50% în CH_3OH ($\rho = 0{,}8$ g/cm³).

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea (în kg şi kmoli) de uree obţinută şi compoziţia ureei:

c) cantitatea (în kg şi kmoli) de HCOOH şi numărul de litri de CH_3OH rezultaţi;

d) să se indice şi alte căi de valorificare ale metanului exemplificate prin ecuaţii chimice.

Problema nr. 144

Se dizolvă 14,4 g aliaj ce conţine numai Mg şi Al în 329,4 g soluţie HCl ($\rho = 1{,}098$ g/cm³) şi se degaje 16,8 l H_2.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) raportul în g şi moli Mg—Al din aliaj;

b) normalitatea soluţiei de HCl;

c) cantitatea de oxid feric ce poate fi redusă aluminotermic cu aluminiul din aliaj;

d) masa unui litru din hidrogenul degajat.

Problema nr. 145

Se dau 1 000 kg calcar de 80% puritate, din care se prepară cianură de vinil. Fazele intermediare sînt: CaO, CaC_2, C_2H_2, CH_3CHO şi cianhidrina acetaldehidei. Reacţiile se desfăşoară cantitativ.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de HCN ce se consumă la obţinerea cianhidrinei (în kg şi kmoli);

c) cantitatea de cianură de vinil rezultată (în kg şi kmoli);

d) volumul soluţiei $2m$ de brom necesar pentru adiţia Br_2 la cianura de vinil obţinută;

e) volumul de metan din care s-ar putea obţine cantitatea de cianură de vinil obţinută la pt. *c*.

Problema nr. 146

Se obţin cîte 1 120 m^3 CO_2 în condiţii normale, prin patru metode:

1) prin arderea unui cărbune cu 25% steril;

2) prin acţiunea unei soluţii 49% acid sulfuric asupra $CaCO_3$ 80%;

3) prin fermentarea glucozei;

4) prin descompunerea termică a $CaCO_3$.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de cărbune şi volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) consumat în procedeul 1;

c) cantităţile de H_2SO_4 şi $CaCO_3$ ce se consumă în procedeul 2;

d) cantitatea de glucoză în kmoli consumată în procedul 3 şi numărul de litri de alcool etilic rezultat ($\rho = 0{,}8$ g/cm³);

e) cantitatea de apă, în kg şi kmoli, care „stinge" varul rezultat în procedeul 4;

f) numărul de butelii de oţel, de 40 l capacitate, la 2,2 atm. şi 27 °C, necesare păstrării CO_2 fabricat.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 147

O substanţă *A* reacţionează cu bromura de metil într-o reacţie Friedel—Crafts şi se transformă într-o hidrocarbură *B*. Prin oxidare energetică, hidrocarbura *B* conduce la 610 kg dintr-un acid *C* care conţine 68,85%C, 4,92% H_2, 26,23% O_2. Acidul *C* se transformă cu pentaclorură de fosfor în substanţa *D*, care în reacţia cu anilina formează o substanţă *E*. Admiţînd că toate reacţiile se desfăşoară cantitativ, se cere:

a) formula structurală a acidului *C*;

b) formulele structurale ale substanţelor *A*, *B*, *D*, *E* şi reacţiile chimice de transformare de la substanţa *A* la substanţa *E*;

c) cantitatea de substanţă *A* (în kg şi kmoli) necesară;

d) cantitatea de soluţie 10% NaOH care reacţionează cu cele 610 kg acid *C*;

e) volumul de aer (20% O_2, în vol.) necesar pentru arderea unui kmol substanţă *B*.

Problema nr. 148

Se supun oxidării 440 kg de aldehidă acetică. Substanţa obţinută se utilizează după cum urmează:

1) 20% pentru obţinerea etan nitrilului cu un randament de 80%;

2) 3/5 se tratează cu 130 kg Zn;

3) restul se neutralizează cu hidroxid de magneziu dublu molar.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor;

b) cantitatea de etan nitril care se obţine la pt. 1;

c) cantitatea de substanţă obţinută la pt. 2;

d) volumul soluţiei de hidroxid de magneziu folosit.

Problema nr. 149

Prin oxidarea ortoxilenului sau a naftalinei, cu aer, la 400°, în prezenţă de V_2O_5 catalizator se obţine acidul ftalic, care pierde imediat o moleculă de apă dînd anhidrida ftalică.

Se cere:

a) cantitatea de ortoxilen folosită pentru obţinerea a 1 480 g anhidridă ftalică, dacă s-a lucrat cu un randament de 80%;

b) să se scrie şi să se denumească mononitroderivaţii ce se pot forma prin nitrarea izomerilor xilenului;

c) randamentul cu care s-a lucrat, dacă din 5 kmoli de naftalină s-au obţinut 666 kg anhidridă ftalică.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 150

O hidrocarbură *A* rezultată în urma operaţiei de cracare conţine 85,7% C şi are masa moleculară 28. Hidrocarbura *A* dă în urma reacţiei Friedel—Crafts cu o altă hidrocarbură *B*, care conţine 7,6% hidrogen, cu masa moleculară 78, substanţa *C*. Substanţa *C* dehidrogenată dă substanţa *D* monomer important. Acesta prin polimerizare dă compusul macromolecular *E*.

Dacă se fabrică 1 040 kg substanţă *D* să se afle;

a) ce volum de substanţă *A* este necesar?

b) ce volum şi ce cantitate de substanţă *B* intră în reacţie, ştiind că densitatea acestui produs este 0,9 g/cm³?

c) care sînt condiţiile de obţinere a substanţei *C* şi cum are loc reacţia în industrie?

d) cît acid succinic s-ar putea obţine din aceeaşi cantitate de substanţă *A*?

e) care este masa polimerului *E*, dacă gradul de polimerizare este 10 000?

Problema nr. 151

Prin distilarea uscată a acetatului de calciu rezultă acetonă. Prin tratarea aceleiaşi substanţe cu acid sulfuric rezultă acid acetic.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţiile reacţiilor care au loc;

b) ce cantitate de acetat de calciu de 90% puritate este necesară pentru a obţine o tonă de acetonă randamentul de fabricare fiind 90%?

c) cît acid acetic exprimat în tone se poate obţine dintr-o tonă de acetat de calciu de 90% puritate, randamentul fiind 80%?

d) ce cantitate de soluţie de hidroxid de calciu dublu normală este necesară pentru a neutraliza un gram de acid acetic?

Problema nr. 152

Se dau 328 kg dintr-un amestec de octan şi heptan. La arderea amestecului se formează 515,2 m³ de bioxid de carbon (în c.n.).

Se cere:

a) cantităţile de octan şi heptan din amestec, precum şi raportul lor molar;

b) volumul de aer (20% O_2, vol.) consumat la arderea amestecului;

Scanned with OKEN Scanner

c) volumul soluției 10 *n* de NaOH care absoarbe bioxidul de carbon format la arderea amestecului, știind că rezultă o sare neutră;

d) cantitatea de uree ce se poate obține din bioxidul de carbon de la pt. *c*, precum și cantitatea de NH_3 (în kmoli) necesară;

e) cantitățile în g de CO_2, H_2O și N_2 ce se formează la arderea a 1 g uree.

Problema nr. 153

Se fabrică prin următoarele metode cîte 5 kmoli NH_3:

1) prin acțiunea unei soluții 25% NaOH asupra unui țipirig de 90% puritate;

2) din cianamidă de calciu;

3) prin sinteză directă;

4) prin hidroliza unei substanțe care conține Mg : N = 18: 7.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor de obținere ale NH_3;

b) cantitățile de NaOH și țipirig consumate;

c) cantitățile de calcar 80% puritate și cărbune cu 25% steril, necesare fabricării cianamidei de calciu folosite;

d) volumul de CH_4 ce trebuie supus pirolizei pentru a obține hidrogenul necesar la pt. 3.

e) cantitatea de uree ce se poate obține din NH_3 dat și compoziția ureei exprimate în două moduri.

Problema nr. 154

Într-un mol de hidrocarbură, masa hidrogenului este de 11,5 ori mai mică decît masa moleculară a hidrocarburii, iar aceasta întrece cu 8 masa carbonului conținut.

Se cere:

a) să se identifice hidrocarbura;

b) să se scrie și să se denumească radicalii posibili ai acestei hidrocarburi;

c) să se arate comportarea hidrocarburii față de clor și să se explice mecanismul care are loc;

d) cantitatea de hidrocarbură din care se pot obține 2 270 tone exploziv dacă $\eta = 80\%$;

e) structura produșilor rezultați prin reacția Friedel—Crafts dintre clorura de benzil și hidrocarbura dată.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 155

CaO se poate obține:

1) prin descompunerea termică a $CaCO_3$;

2) prin descompunerea termică a C_2O_4Ca; unul din gazele rezultate se absoarbe într-o soluție 0,5 *n* NaOH;

3) deshidratarea $Ca(OH)_2$;

4) arderea Ca metalic în aer;

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor;

b) volumul (în m^3) de CO_2 ce rezultă prin descompunerea termică a 1 tonă calcar de 85% puritate;

c) numărul de cm^3 soluție 0,5 *n* NaOH care absoarbe CO_2 rezultat la descompunerea a 1 g oxalat de calciu;

d) cantitatea (în g) de apă ce rezultă la deshidratarea a 10 g $Ca(OH)_2$, care mai conține 30% apă;

e) volumul (în l) de aer necesar arderii a 2 g Ca metalic, știind că aerul conține 21% O_2 în volume și că se consumă numai 50% din oxigenul existent.

Problema nr. 156

Glicerina se poate obține prin hidroliza grăsimilor și sintetic folosind ca materie primă o alchenă cu masa moleculară 42 și compoziția procentuală C = 85,71% și H = 14,29%, care rezultă la prelucrarea petrolului.

Se cere:

a) formula alchenei, scrierea reacțiilor chimice și denumirea substanțelor intermediare, în obținerea glicerinei, din alchena rezultată, prin toate metodele obținute;

b) scrierea ecuației de obținere a glicerinei prin hidroliza tristearinei;

c) știind că în ambele cazuri se obțin 2 000 kg glicerină se cere cantitatea de grăsime respectiv de alchenă folosită, randamentul reacției fiind de 70%;

d) 3/5 din întreaga cantitate din glicerina obținută se deshidratează cu acid sulfuric concentrat. Ce produs și în ce cantitate se obține?

e) restul de glicerină este folosită la obținerea trinitratului de glicerină a cărui masă se cere, randamentul fiind de 82%;

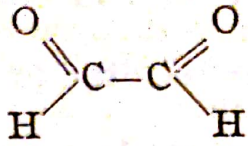
f) volumul de acid azotic folosit la nitrare (ρ = 1,522 kg/dm^3).

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 157

Prin oxidarea cu ozon a unei alchene și hidroliza ozonidei respective rezultă:

2 moli aldehidă formică, CH_2O

1 mol glioxal,  și

2 moli apă oxigenată, H_2O_2

Să se afle:

a) formula structurală a hidrocaburii, seria de hidrocarburi din care face parte și izomerii pe care-i poate prezenta;

b) ce substanță se obține prin tratarea hidrocarburii respective cu sodiu metalic și un alcool. Să se explice mecanismul acestei reacții?

c) ce substanță se obține prin sinteza dien a unei molecule din hidrocarbura respectivă cu o moleculă de anhidridă a acidului maleic ca filodienă?

Problema nr. 158

Printre alte metode, bioxidul de sulf se prepară prin:

1) arderea sulfului în aer;
2) arderea hidrogenului sulfurat în aer;
3) prăjirea piritei;
4) descompunerea sulfitului de sodiu cu acid sulfuric;
5) dizolvarea cuprului în acid sulfuric;

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor respective;

b) volumul de aer exprimat în m^3, măsurat în condiții normale, necesar arderii complete a 3,2 kg sulf, știind că aerul are 21% oxigen, dar că se consumă numai 60% din oxigenul existent;

c) câți moli de bioxid de sulf rezultă prin arderea unei cantități de hidrogen sulfurat având volumul de 1 m^3 în condiții normale?

d) cât acid sulfuric pur exprimat în kg se poate fabrica dintr-o tonă de pirită de 80% puritate?

e) care este volumul rezultat prin descompunerea cu acid sulfuric a unui kg de sulfit de sodiu?

f) cât sulfat de cupru cu cinci molecule de apă ($CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$) rezultă prin dizolvarea a 50 g cupru în acid sulfuric?

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 159

O fabrică de preparat fenol pornind de la cumen (izopropil benzen) are o producţie zilnică de 9 400 kg fenol. Considerînd că reacţiile decurg cu un randament cantitativ, se cere:

a) să se scrie reacţiile chimice ce stau la baza acestei fabricaţii pornind de la benzen şi propenă;

b) care este cantitatea de benzen ce se prelucrează zilnic, în kmoli şi kg?

c) ce volum ocupă în condiţii normale propena folosită într-o zi considerînd că se lucrează 24 de ore zilnic?

d) care este volumul (în condiţii normale) de aer necesar zilnic pentru oxidare? Se consideră că aerul are 21% oxigen, în volume;

e) cîţi litri de acetonă rezultă zilnic ca produs secundar, densitatea acetonei fiind 0,8 g/cm³?

Problema nr. 160

Trecînd 750 moli de ozon peste izobutenă se obţine ozonida care prin hidroliză formează două substanţe organice *A* şi *B*.

Se cere:

a) scrierea ecuaţiilor de obţinere a ozonidei şi a substanţelor *A* şi *B*;

b) să se indice şi alte metode de preparare ale substanţei *A*;

c) să se calculeze cantitatea de ciclohexanonă (în kmoli şi kg) ce se poate obţine din fenolul rezultat la pt. *b* şi volumul soluţiei 2*m* de acid necesar obţinerii sării care prin descompunere termică ar da aceeaşi cantitate de substanţă *A*,

d) cantitatea de caprolactamă ce se poate obţine cu produsul de la pt. *c*;

e) volumul soluţiei 2 *n* de acid ce rezultă prin oxidarea substanţei *B* şi volumul de hidroxid de sodiu dublu normal necesar neutralizării acestui acid.

Problema nr. 161

Se dau 1296,2 m³ CH_4 de 96%, care se supune pirolizei în vederea obţinerii acetilenei, randamentul de transformare fiind 90%.

Acetilena adiţionează apă şi trece într-o substanţă *A*, care prin hidrogenare produce o substanţă *B* ($\rho = 0{,}8$ g/cm³).

Prin deshidratarea substanţei *B* se obţine un gaz *C*, care are proprietatea de a polimeriza.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor;

b) cantitatea (în litri) de substanță *B* obținută și consumul (în kmoli) de glucoză care prin fermentare ar duce la aceeași cantitate de substanță *B*.

c) cantitatea de carbid de 80% puritatea care prin tratare cu apa ar conduce la aceeași cantitate de acetilenă;

d) cantitatea de soluție 0,5 *n* H_2SO_4, care neutralizează substanța alcalină rezultată ca subprodus în reacția de la pt. *c*;

e) gradul de polimerizare al substanței *C*, dacă masa moleculară medie a polimerului este 560 000;

Problema nr. 162

Din 4 800 kg izopropil benzen se obțin 3 290 kg fenol, din care 15 kmoli se folosesc la fabricarea ciclohexanonei cu un randament de 80%, iar restul în părți egale la obținerea acidului ortohidroxibenzoic, fenolftaleinei, benzoatului de fenil și a acidului picric.

Se cere:

a) să se scrie ecuațiile reacțiilor ce au loc și să se denumească produsele de reacție;

b) randamentul de fabricare a fenolului din izopropil benzen;

c) cantitățile de ciclohexanonă, de acid ortohidroxibenzoic, de fenolftaleină, de benzoat de fenil și de acid picric obținute;

d) cantitatea de benzen în m^3 folosită la prepararea izopropilbenzenului, dacă randamentul este de 80% ($\rho = 0{,}9$ g/cm^3).

Problema nr. 163

Se obțin cîte 20 kmoli C_2H_2 prin trei metode:

1) prin acțiunea apei asupra unui carbid de 80% puritate. Acetilena rezultată se polimerizează în scopul obținerii C_6H_6 ($\rho = 0{,}9$ g/cm^3);

2) prin piroliza metanului; acetilena rezultată se tratează în scopul obținerii CH_3COOH;

3) prin sinteză directă, dintr-un cărbune de 75% puritate și hidrogenul provenit ca subprodus la electroliza unei soluții apoase de NaCl, acetilena rezultată se arde într-o instalație de sudură.

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor de obținere a acetilenei;

b) numărul de litri de C_6H_6 rezultați la pt. 1 și cantitatea de soluție 31,5% HNO_3, care transformă C_6H_6 în mononitrobenzen;

Scanned with OKEN Scanner

c) numărul de moli de CH_3COOH rezultați la pt. 2 și volumul de NH_3 care transformă acidul în sare de amoniu;

d) consumul de carbid de la pt. 1, de cărbune și NaCl de la pt. 3;

e) volumul de aer (cu 20% O_2, în vol.) necesar arderii C_2H_2 și cantitatea de căldură degajată, știind că 1 mol C_2H_2 degajă 312 kcal;

f) echivalentul în kWh al unui metru cub C_2H_2, știind că 1 kWh = = 860 kcal.

Problema nr. 164

Fenilhidrazona cu formula brută $C_9H_{12}N_2$ dă prin hidroliză acidă un compus carbonilic care nu colorează fuxina decolorată cu bioxid de sulf.

Compusul carbonilic format este separat și tratat cu o soluție proaspătă de sulfit acid de sodiu, pînă cînd în soluția răcită cu ghiață nu se mai formează precipitat. Se filtrează precipitatul și se tratează cu acid clorhidric; se obțin 5,6 l SO_2.

Se cere:

a) să se deducă formula de structură a fenilhidrazonei;

b) să se scrie ecuațiile chimice ce au loc;

c) să se calculeze cantitatea de compus carbonilic ce se formează prin hidroliza fenilhidrazonei.

Problema nr. 165

Se dau 52 g amestec de CaC_2 și Al_4C_3. Prin reacția cu apa rezultă 22,4 l gaze combustibile.

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor carburilor cu apa;

b) compoziția % (masă) a amestecului de carburi și compoziția % (volum) a amestecului de gaze;

c) volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) necesar combustiei amestecului de gaze, știind că transformarea este condusă pînă la negru de fum;

d) cantitatea (g și moli) de Fe_2O_3 ce poate fi redusă la metal cu ajutorul carbonului rezultat la pt. *c)*;

e) cantitatea (în l) de CH_3OH ($\rho = 0{,}8$ g/cm³) obținută prin hidrogenarea CO obținut la pt. *d)* și volumul de hidrogen consumat;

f) concentrația procentuală și molară a 400 g soluție H_2SO_4 ($\rho = 1$ g/cm³), care neutralizează cele două baze obținute în reacțiile de la pt. *a)*.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 166

Prin hidroliza în prezența hidroxidului de sodiu a substanței cu masa moleculară 116 și cu compoziția;

$$C : H : O = 18 : 3 : 8$$

se formează o sare a acidului propionic și un alcool saturat. Prin oxidarea alcoolului se obține acid propionic.

Se cere:

a) să se stabilească structura alcoolului și compusului inițial;

b) să se indice prin ecuații chimice cîteva metode de preparare ale acidului propionic.

Problema nr. 167

În industrie HCN se fabrică prin trecerea unui amestec de CH_4, NH_3 și aer peste un catalizator de Pt aliat cu rodiu.

Jumătate din cantitatea de HCN obținută din 2 240 m^3 metan, lucrîndu-se cu un randament de 80%, se transformă în cianură de sodiu, necesară extragerii aurului din minereu.

O pătrime din HCN se folosește pentru prepararea acrilonitrilului folosit la Săvinești pentru obținerea melanei; iar cealaltă pătrime servește la fabricarea metacrilatului de metil utilizat la obținerea plexiglasului.

Se cere:

a) scrierea ecuațiilor reacțiilor;

b) cantitatea de soluție 40% NaOH necesară transformării HCN în NaCN;

c) volumul de C_2H_2 folosit la obținerea acrilonitrilului și cantitatea de acetonă folosită la obținerea metacrilatului de metil;

d) știind că acetona se poate obține din alcool izopropilic prin oxidare cu $K_2Cr_2O_7$, să se calculeze cantitatea de alcool folosită, pierderile fiind de 10%.

e) presupunînd că acetilena de la pt. *c* e obținută prin piroliza metanului, să se calculeze randamentul cu care se lucrează la piroliză, cînd se folosesc 1 000 m^3 CH_4;

Problema nr. 168

Masa carbonului conținut într-un mol de hidrocarbură este de 6 ori mai mare decît masa hidrogenului din același mol.

Scanned with OKEN Scanner

Știind că densitatea vaporilor hidrocarburii în raport cu aerul este 1,938 se cere:

a) să se determine formula hidrocarburii;

b) formulele de structură ale izomerilor posibili ai hidrocarburii și formulele compușilor obținuți prin hidroliză (acolo unde este cazul) a ozonidelor respective;

a) care dintre izomeri conduce prin oxidare, cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu de acid sulfuric, la acid acetic. Să se scrie ecuația reacției de oxidare;

d) cantitatea de soluție dublu normală de $Ca(OH)_2$ care absoarbe CO_2 rezultat prin arderea a 5,6 m^3 hidrocarbură.

Problema nr. 169

Se dau 953,19 m^3 gaz metan de 94% puritate care se valorifică, în cantități egale, astfel:

1) o parte pentru obținerea negrului de fum;
2) o parte pentru obținerea acetilenei;
3) o parte pentru obținerea CH_2O;
4) o parte pentru ardere în condiții normale.

Se cere:

a) ecuațiile reacțiilor de valorificare a metanului dat;

b) numărul de moli de Fe_2O_3 ce se pot reduce cu carbonul de la pt. 1 și volumul soluției 2*m* NH_4OH ce se poate prepara cu hidrogenul rezultat;

c) numărul de litri de C_6H_6 (ρ=0,9 g/cm^3) ce se poate prepara din C_2H_2 de la pt. 2 și cantitatea de soluție 31,5 HNO_3 care transformă C_6H_6 în mononitrobenzen;

d) cantitatea (kmoli) de HCOOH ce se poate obține cu CH_2O de la pt.3 și numărul de atomi-gram de zinc care reacționează cu acidul formic;

e) volumul de aer (cu 20% O_2, vol.) necesar arderii de la pt. 4 și compoziția în % volum de gazelor rezultate prin ardere.

Problema nr. 170

Din 1 000 l metan pur (la 0° și 760 mm) se obține, în cuptorul electric, un gaz care conține (în volume) 15% acetilenă, 10% metan, restul hidrogen.

Se cere:

a) să se exprime în procente de volum și în procente de masă cît din metanul inițial s-a transformat în acetilenă, cît s-a descompus în elemente și cît a rămas netransformat;

Scanned with OKEN Scanner

b) volumul de gaze, la 0° şi 760 mm, care părăsesc cuptorul;
c) să se calculeze puterea calorifică a hidrogenului în kcal/l (gazul se consideră la 0° şi 760 mm), cunoscînd puterea calorifică 34 kcal/g.

Problema nr. 171

Pentru a reduce o soluţie de $KMnO_4$ s-au consumat 192 cm^3 soluţie acid oxalic, care conţine 0,48 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ la litru.

Se cere:

a) să se scrie ecuaţia reacţiei de reducere a permanganatului de potasiu de către acidul oxalic;
b) să se explice proprietăţile reducătoare ale acidului oxialic;
c) să se calculeze volumul soluţiei de $KMnO_4$ redus, ştiind că ea conţine 1/50 ion. g MnO_4 la litru;
d) volumul de HCl gazos ce s-ar putea oxida cu aceeaşi cantitate de permanganat de potasiu şi cantitatea de clor rezultată (în g, moli, atomi-gram).

Problema nr. 172

Se supun electrolizei 0,4 m^3 soluţie apoasă $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ $n/2$ în două etape:

— în prima etapă, se electrolizează soluţia pînă cînd normalitatea scade la $n/10$ (volumul soluţiei rămînînd constant). Metalul depus acoperă 1 000 piese de oţel de dimensiunile 20 · 10 · 5 cm (ρ = = 8,9 g/cm^3);
— în a doua etapă, se continuă electroliza, sub un curent de 10 A, timp de 100,5 ore.

Se cere:

a) să se scrie schema electrolizei;
b) grosimea stratului de cupru depus în prima etapă;
c) să se arate dacă, în etapa a doua, electroliza este totală; discuţie;
d) concentraţia normală a soluţiei finale;
e) randamentul de curent cu care s-a lucrat, dacă în a doua etapă s-ar fi depus 900 g Cu;
f) cantităţile de sare descompusă, în cele două etape.
g) volumul total al gazului separat la anod, în ambele etape, măsurat în condiţii normale.

Scanned with OKEN Scanner

Problema nr. 173

Se dau 400 cm^3 soluție 20% NaOH cu $\rho = 1{,}22$ g/cm^3, care se neutralizează cu o soluție 26,2% HCl cu $\rho = 1{,}13$ g/cm^3. Sarea rezultată, în soluție apoasă, se supune electrolizei totale. Se cere:

a) volumul soluției de HCl care neutralizează soluția de NaOH;

b) volumul apei din soluția de NaCl (se va însuma apa din soluțiile date și apa de reacție);

c) schema electrolizei soluției apoase de NaCl, cu electrozi de Pt;

d) volumul soluției 26% NH_3 cu $\rho = 0{,}90$ g/cm^3, ce se poate obține cu H_2 degajat la catod;

e) numărul, de vali de H_2SO_4, care neutralizează NaOH format în baia electrolitică;

f) numărul de moli de CCl_4 ce se pot obține cu clorul degajat la anod, dacă $\eta = 80\%$.

Problema nr. 174

Se prepară 400 kg soluție 20% $CuSO_4$.

$CuSO_4$ se obține industrial, prin acțiunea H_2SO_4 asupra cuprului metalic, în prezența aerului.

Soluția se supune electrolizei (cu electrozi de Pt) pînă la consumarea a jumătate din sulfatul de cupru, volumul soluției din baia de electroliză rămînînd constant.

Se cere:

a) cantitatea de Cu brut cu 20% impurități și de soluție 49% consumată la obținerea soluției de $CuSO_4$;

b) să se scrie schema electrolizei;

c) cantitatea de soluție 9,4% $Cu(NO_3)_2$ ce se poate obține cu ajutorul Cu depus la electroliză și cantitatea de soluție 31,5% HNO_3 consumată în acest scop;

d) cu oxigenul degajat la anod, se oxidează CH_4 la $CH_2{=}O$. Se cere cantitatea de soluție 9,2% HCOOH ce se obține din $CH_2{=}O$;

e) concentrația % a soluției de $CuSO_4$ rămasă după electroliză.

Problema nr. 175

Se supun electrolizei 1 000 l soluție 0,2 *m* Na_2SO_4. Produsul degajat la catod se trece în NH_3 și acesta în uree. Produsul degajat la anod oxidează CH_4 la $CH_2{=}O$, care se trece apoi în CH_3OH.

Scanned with OKEN Scanner

Se cere:

a) să se scrie schema electrolizei;

b) cantităţile de produse separate la electrozi (în m^3, kg, moli, atomi-gram);

c) cantităţile de NH_3 (în m^3, kg, kmoli) şi de $CO(NH_2)_2$ (în kg, kmoli) obţinute, randamentul ultimei reacţii fiind 90%;

d) volumul (în l) de CH_3OH ($\rho = 0{,}8$ g/cm^3) obţinut prin hidrogenarea $CH_2{=}O$;

e) compoziţia % a produsului rămas în baia electrolitică.

Problema nr. 176

Într-un cilindru de oţel de 40 l capacitate, se găseşte O_2 la 150 atm şi 0°C.

Din cilindru se scot:

1) în prima etapă, 50 moli de gaz, care se folosesc la oxidarea NH_3 la HNO_3.

$$NH_3 + O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O;$$

2) în a doua etapă, 40 moli de gaz, care se folosesc la oxidarea H_2S la SO_2:

$$H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + H_2O.$$

Se cere:

a) presiunea gazului rămas în cilindru, după fiecare etapă;

b) să se analizeze procesul redox de la pt.1);

c) greutatea soluţiei 28% KOH care transformă HNO_3 în azotat de potasiu;

d) să se analizeze procesul redox de la pt. 2);

e) volumul soluţiei 0,1 *n* $Ca(OH)_2$ în m^3 care transformă SO_2 în sulfit acid de calciu;

f) capacitatea recipientului care cuprinde SO_2, la 27°C şi 0,1 atm.

Scanned with OKEN Scanner

În urma deciziei Uniunii Internaţionale de Chimie Pură şi Aplicată la conferinţa ţinută în 1961, masele atomice ale elementelor au fost recalculate pe baza: masa atomică a izotopului $^{12}C = 12$.

Tabela Maselor atomice relative 1961

Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică	Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică
1	Hidrogen	H	1,00797	30	Zinc	Zn	65,37
2	Heliu	He	4,0026	31	Galiu	Ga	69,72
3	Litiu	Li	6,939	32	Germaniu	Ge	72,59
4	Beriliu	Be	9,0122	33	Arsen	As	74,9216
5	Bor	B	10,811	34	Seleniu	Se	78,96
6	Carbon	C	12,01115	35	Brom	Br	79,909
7	Azot	N	14,0067	36	Cripton	Kr	83,80
8	Oxigen	O	15,9994	37	Rubidiu	Rb	85,47
9	Fluor	F	18,9984	38	Stronţiu	Sr	87,62
10	Neon	Ne	20,183	39	Ytriu	Y	88,905
11	Sodiu	Na	22,9898	40	Zirconiu	Zr	91,22
12	Magneziu	Mg	24,312	41	Niobiu	Nb	92,906
13	Aluminiu	Al	26,9815	42	Molibden	Mo	95,94
14	Siliciu	Si	28,086	43	Tehneţiu	Tc	(99)
15	Fosfor	P	30,9738	44	Ruteniu	Ru	101,07
16	Sulf	S	32,064	45	Rodiu	Rh	102,905
17	Clor	Cl	35,453	46	Paladiu	Pd	106,4
18	Argon	Ar	39,948	47	Argint	Ag	107,870
19	Potasiu	K	39,102	48	Cadmiu	Cd	112,40
20	Calciu	Ca	40,08	49	Indiu	In	114,82
21	Scandiu	Sc	44,956	50	Staniu	Sn	118,69
22	Titan	Ti	47,90	51	Antimoniu	Sb	121,75
23	Vanadiu	V	50,942	52	Telur	Te	127,60
24	Crom	Cr	51,996	53	Iod	J	126,9044
25	Mangan	Mn	54,9380	54	Xenon	Xe	131,30
26	Fier	Fe	55,847	55	Cesiu	Cs	132,905
27	Cobalt	Co	58,9332	56	Bariu	Ba	137,34
28	Nichel	Ni	58,71	57	Lantan	La	138,91
29	Cupru	Cu	63,54	58	Ceriu	Ce	140,12

Scanned with OKEN Scanner

(Anexa 2, continuare)

Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică
59	Praseodim	Pr	140,907
60	Neodim	Nd	144,24
61	Prometiu	Pm	(145)
62	Samariu	Sm	150,35
63	Europiu	Eu	151,96
64	Gadoliniu	Gd	157,25
65	Terbiu	Tb	158,924
66	Disprosiu	Dy	162,50
67	Holmiu	Ho	164,930
68	Erbiu	Er	167,26
69	Tuliu	Tm	168,934
70	Yterbiu	Yb	173,04
71	Lutețiu	Lu	174,97
72	Hafniu	Hf	178,49
73	Tantal	Ta	180,948
74	Wolfram	W	183,85
75	Reniu	Re	186,2
76	Osmiu	Os	190,2
77	Iridiu	Ir	192,2
78	Platină	Pt	195,09
79	Aur	Au	196,976
80	Mercur	Hg	200,59
81	Taliu	Tl	204,37
82	Plumb	Pb	207,19
83	Bismut	Bi	208,980
84	Poloniu	Po	(210)
85	Astatiniu	At	(210)
86	Radon	Rn	(222)
87	Franciu	Fr	(223)
88	Rapiu	Ra	(226)
89	Actiniu	Ac	(227)
90	Toriu	Th	232,038
91	Protactiniu	Pa	(231)
92	Uraniu	U	238,03
93	Neptuniu	Np	(237)
94	Plutoniu	Pu	(242)
95	Americiu	Am	(243)
96	Curiu	Cm	(247)
97	Berkeliu	Bk	(249)
98	Californiu	Cf	(251)
99	Einsteiniu	Es	(254)
100	Fermiu	Fm	(253)
101	Mendeleeviu	Md	(256)
102	Nobeliu	No	(255)
103	Lawrenciu	Lw	(255)

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. Albert, F. ş.a. *Chimie generală.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1967.
2. Glinka, N. L. *Probleme şi exerciţii de chimie generală.* Bucureşti, Editura tehnică, 1959.
3. Küster, W. şi Thiel A. *Logaritmische Rechentafel.* Berlin, 1947.
4. Mărculeţiu, V., Popescu, Fl. *Probleme de chimie pentru concursul de admitere în învăţământul tehnic superior.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1966.
5. Mărculeţiu, V. T. *Chimie generală.* Bucureşti, Litografia Institutului politehnic — Bucureşti, 1959.
6. Mărculeţiu, V. T. *Aplicaţii de calcul în chimia generală şi anorganică.* Bucureşti, Litografia Institutului politehnic, 1970.
7. Neniţescu, C. D. *Chimie generală.* Bucureşti, Editura tehnică, 1963.
8. Tănase, D. şi Podăreanu, P. *Culegere de probleme de chimie pentru licee.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1969.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL PERIODIC AL ELEMENTELOR BAZAT PE CONSTRUCȚIA STRATURILOR ELECTRONICE

Perioade	Straturi	ELEMENTELE SUBGRUPELOR PRINCIPALE — Electronul distinctiv în nivelul cel mai înalt							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	K	1 H 1	2 He 2						
2	L K	3 1 Li 2	4 2 Be 2	5 3 B 2	6 4 C 2	7 5 N 2	8 6 O 2	9 7 F 2	10 8 Ne 2
3	M L K	11 1 8 Na 2	12 2 8 Mg 2	13 3 8 Al 2	14 4 8 Si 2	15 5 8 P 2	16 6 8 S 2	17 7 8 Cl 2	18 8 8 Ar 2
4	N M L K	19 1 8 8 K 2	20 2 8 8 Ca 2						
			N M L K	31 3 18 8 Ga 2	32 4 18 8 Ge 2	33 5 18 8 As 2	34 6 18 8 Se 2	35 7 18 8 Br 2	36 8 18 8 Kr 2
5	O N M L K	37 1 8 18 8 Rb2	38 2 8 18 8 Sr 2						
			O N M L K	49 3 18 18 8 In 2	50 4 18 18 3 Sn 2	51 5 18 18 8 Sb 2	52 6 18 18 8 Te 2	53 7 18 18 8 J 2	54 8 18 18 8 Xe 2
6	P O N M L K	55 1 8 18 18 8 Cs 2	56 2 8 18 18 8 Ba 2						
			P O N M L K	81 3 18 32 18 8 Tl 2	82 4 18 32 18 8 Pb 2	83 5 18 32 18 8 Bi 2	84 6 18 32 18 8 Po 2	85 7 18 32 18 8 At 2	86 8 18 32 18 8 Rn 2
7	Q P O N M L K	87 1 8 18 32 18 8 Fr 2	88 2 8 18 32 18 8 Ra 2						
Subgrupe		Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa

Straturi	ELEMENTELE TRANZIȚIONALE — Electronul distinctiv în nivelul II după cel mai înalt									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N M L K	21 2 9 8 Sc 2	22 2 10 8 Ti 2	23 2 11 8 V 2	24 1 13 8 Cr 2	25 2 13 8 Mn 2	26 2 14 8 Fe 2	27 2 15 8 Co 2	28 2 16 8 Ni 2	29 1 18 8 Cu 2	30 2 18 8 Zn 2
O N M L K	39 2 9 18 8 Y 2	40 2 10 18 8 Zr 2	41 1 12 18 8 Nb 2	42 1 13 18 8 Mo 2	43 1 14 18 8 Tc 2	44 1 15 18 8 Ru 2	45 1 16 18 8 Rh 2	46 0 18 18 8 Pd 2	47 1 18 18 8 Ag 2	48 2 18 19 8 Cd 2
P O N M L K	57 2 9 18 18 8 La 2									
	P O N M L K	72 2 10 32 18 8 Hf 2	73 2 11 32 18 8 Ta 2	74 2 12 32 18 8 W 2	75 2 13 32 18 8 Re 2	76 2 14 32 18 8 Os 2	77 2 15 32 18 8 Ir 2	78 2 16 32 18 8 Pt 2	79 2 17 32 18 8 Au 2	80 2 18 32 18 8 Hg 2
Q P O N M L K	89 2 9 18 32 18 8 Ac 2									
Subgrupe	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb			Ib	IIb

Straturi	LANTANIDE — ACTINIDE — Electronul distinctiv în nivelul III după cel mai înalt													
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
P O M M L K	58 2 9 19 18 8 Ce 2	59 2 9 20 18 8 Pr 2	60 2 9 21 18 8 Nd 2	61 2 9 22 18 8 Pm 2	62 2 9 23 18 8 Sm 2	63 2 9 24 18 8 Eu 2	64 2 9 25 18 8 Gd 2	65 2 9 26 18 8 Tb 2	66 2 9 27 18 8 Dy 2	67 2 9 28 18 8 Ho 2	68 2 9 29 18 8 Er 2	69 2 9 30 18 8 Tm 2	70 2 9 31 18 8 Yb 2	71 2 9 32 18 8 Lu 2
Q P O N M L K	90 2 10 18 32 18 8 Th 2	91 2 9 20 32 18 8 Pa 2	92 2 9 21 32 18 8 U 2	93 2 9 22 32 18 8 Np 2	94 2 9 23 32 18 8 Pu 2	95 2 9 24 32 18 8 Am 2	96 2 9 25 32 18 8 Cm 2	97 2 9 26 32 18 8 Bk 2	98 2 9 27 32 18 8 Cf 2	99 2 9 28 32 18 8 Es 2	100 2 9 29 32 18 8 Fm2	101 2 9 30 32 18 8 Md 2	102 2 9 31 32 18 8 No 2	103 2 9 32 32 18 8 Lw 2
IIIb														

CUPRINS

Prefață 3

Partea întîi. **Elemente de calcul folosite în chimie** 5

I. *Mărimile fundamentale ale teoriei atomo-moleculare* 6
I.1. Masă atomică. Atom-gram. Kiloatom-gram 6
I.2. Masă moleculară. Moleculă-gram. Kilomol 7

II. *Legile fundamentale ale chimiei* 10
II.1. Legea conservării masei și legile proporțiilor 10

III. *Calcule stoechiometrice* 15
III.1. Stabilirea coeficienților ecuațiilor chimice prin metoda algebrică 15
III.2. Stabilirea compoziției elementare a suprafețelor chimice 16
III.3. Stabilirea formulelor chimice 18
III.4. Calcule cu echivalenți 21
III.5. Calcule cu formule chimice 24
III.6. Calcule cu ecuații chimice 27

IV. *Probleme generale în legătură cu mărimile fundamentale ale teoriei atomo-moleculare și cu legile de bază ale chimiei* 30

V. *Legile gazelor ideale* 33
V.1. Legea Boyle—Mariotte 33
V.2. Legile Charles-Gay—Lussac. Ecuația de stare a gazelor ideale . . 38
V.3. Ecuația Mendeleev—Clapeyron 42
V.4. Legea amestecurilor de gaze (J. Dalton) 45
V.5. Legea volumelor a lui Gay-Lussac (1808) și legea lui Avogadro (1811)-Ampère (1814) 48

VI. *Probleme generale în legătură cu mărimile fundamentale ale teoriei atomomoleculare, cu legile fundamentale ale chimiei și legile gazelor* . . . 57
VI.1. Probleme rezolvate 57
VI.2. Probleme propuse 64

VII. *Soluții. Concentrația soluțiilor* 70
VII.1. Noțiuni teoretice 70
VII.2. Probleme rezolvate 71
VII.3. Probleme propuse 78

Scanned with OKEN Scanner

VIII. *Echilibrul chimic* 80
VIII.1. Legea acțiunii maselor — Guldberg și Waage — 80
VIII.2. Probleme rezolvate 82
VIII.3. Probleme propuse 84

IX. *Ionizarea* 85
IX.1. Noțiuni teoretice 85
IX.2. Probleme rezolvate 87
IX.3. Probleme propuse 90

X. *Teoria fenomenelor de oxidare și reducere* 92
X.1. Noțiuni teoretice 92
X.2. Probleme rezolvate 95
X.3. Probleme propuse 96

XI. *Electroliza* 97
XI.1. Noțiuni teoretice 97
XI.2. Legile cantitative ale electrolizei M. Faraday, 1834 99
XI.3. Randament de curent 101
XI.4. Probleme rezolvate 101
XI.5. Probleme propuse 106

XII. *Probleme generale în legătură cu concentrația soluțiilor, electroliza și teoria reacțiilor redox* 109
XII.1. Probleme rezolvate 109
XII.2. Probleme propuse 116

XIII. *Sistemul periodic al elementelor după D. I. Mendeleev* 121
XIII.1. Probleme propuse 122

XIV. *Structura atomului* 126
XIV.1. Noțiuii teoretice 126
XIV.2. Exerciții 130

Partea a doua. **Probleme generale**
I. *Probleme rezolvate* 136
II. *Probleme propuse* 159
Anexe 238
Bibliografie 240

Cuprins 243

Scanned with OKEN Scanner

Coli de tipar: 15,25 + 1 planșă

Intreprinderea Poligrafică Cluj
Str. Brassai 5—7
Republica Socialistă România
Comanda Nr. 89/1971 — 5031.

Scanned with OKEN Scanner